

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 10 月 30 日 (30.10.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/090222 A1

(51) 国際特許分類⁷: G11B 11/105, 7/24

(21) 国際出願番号: PCT/JP03/05128

(22) 国際出願日: 2003 年 4 月 22 日 (22.04.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
PCT/JP02/04021 2002 年 4 月 22 日 (22.04.2002) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒211-8588 神奈川県 川崎市中原区 上小田中 4 丁目 1 番 1 号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 上村 拓也 (KAMIMURA, Takuya) [JP/JP]; 〒211-8588 神奈川県 川崎市中原区 上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 田中 努 (TANAKA, Tsutomu)

[JP/JP]; 〒211-8588 神奈川県 川崎市中原区 上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 松本 幸治 (MATSUMOTO, Koji) [JP/JP]; 〒211-8588 神奈川県 川崎市中原区 上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 河野 登夫 (KOHNO, Takao); 〒540-0035 大阪府 大阪市中央区 釣鐘町二丁目 4 番 3 号 河野特許事務所 Osaka (JP).

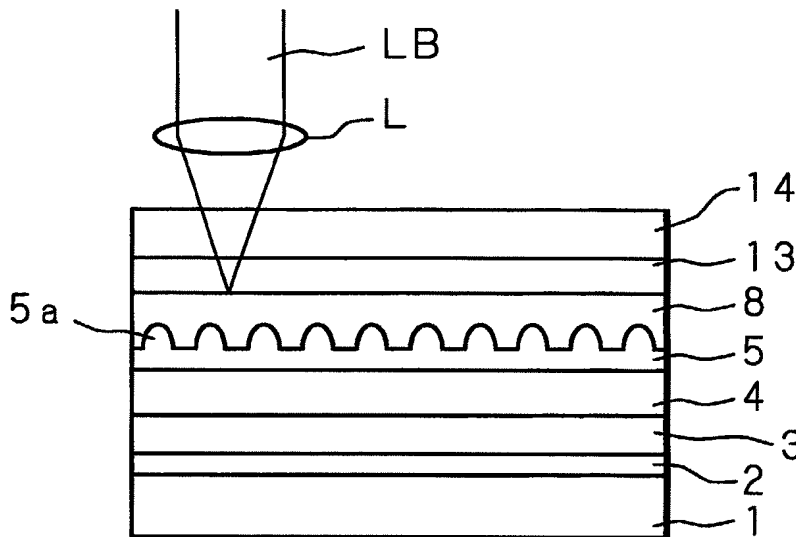
(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL RECORDING MEDIUM, MAGNETOOPTIC RECORDING MEDIUM, INFORMATION RECORDING/REPRODUCING DEVICE, INFORMATION RECORDING/REPRODUCING METHOD AND MAGNETIC RECORDING DEVICE

(54) 発明の名称: 光記録媒体、光磁気記録媒体、情報記録／再生装置、情報記録／再生方法及び磁気記録装置



(57) Abstract: A laminate-structured optical recording medium and an MO recording medium each comprising, formed in the order mentioned on a substrate having parallel planes formed of polycarbonate or the like, a reflection layer, a nucleus forming base layer, a nucleus forming layer, and a recording layer, wherein the surface of the nucleus forming layer formed between the reflection layer and the recording layer has a fine-irregularity shape having nuclei (protrusions) fine in particle size.

(57) 要約: ポリカーボネート等で形成された平行な平面を有する基板の上に反射層、核形成下地層、核形成層、記録層がこの順に形成される積層構

造の光記録媒体及び光磁気記録媒体であり、反射層と記録層との間に形成される核形成層の表面は、微小粒径の核 (突起部) を有する微小な凹凸形状とされる。

WO 03/090222 A1



OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明細書

光記録媒体、光磁気記録媒体、情報記録／再生装置、情報記録／再生方法及び磁気記録装置

技術分野

本発明は、光記録媒体、光磁気記録媒体、情報記録／再生装置、情報記録／再生方法及び磁気記録装置に関する。

背景技術

従来実用化されている光記録媒体、光磁気記録媒体の多くは、厚さ1.0mm程度の基板の上に、例えば保護層、記録層、反射層（放熱層）等を積層して、これら積層膜が存在しない基板側から光ビームを照射して、情報の記録／再生を行っている。このような基板越しの照射方式を便宜上従来方式と呼ぶ。従来方式を採用した光磁気記録媒体の一例が、例えば、特開2000-82245号公報に開示されている。

また、高密度な光記録媒体、光磁気記録媒体を実現する手段の一つとして、記録膜に照射される光ビームのスポットサイズを小さくすることが行われている。一般に、スポットサイズを ϕ 、対物レンズの開口数をNA、光ビーム（レーザ光）の波長を λ とすると、 $\phi = \lambda / 2NA$ という関係式が成り立つ。つまり、スポットサイズ ϕ を小さくする為には、波長 λ を一定とすれば、対物レンズの開口数NAを大きくすることが有効である。

しかし、開口数NAを大きくすればするほど、焦点距離が短くなり、基板厚さのむらや基板の傾きが生じた場合の収差が大きくなるので、基板厚さをできるだけ薄くする必要がある。

したがって、高密度な光記録媒体、光磁気記録媒体を実現するためには、記録層等の積層膜が形成されている側からビーム光を照射

して、記録／再生を行う方が好ましい。以下、記録層等の積層膜が形成されている側からビーム光を照射する方式を、便宜上フロントイルミネーション方式と呼ぶ。

第1図は、従来のフロントイルミネーション方式光磁気記録媒体の積層構造を示す模式図である。なお、第1図における積層構造は断面を示すが、理解の容易さ、見易さを考慮して断面を示す平行斜線は省略する(以下の各図における積層構造についても同様である)。光磁気記録媒体は、基板1の上に反射層2、記録層8、保護層13、コート層14がこの順に形成された積層構造である。この積層構造は、フロントイルミネーション方式に対応しており、コート層14の外側から記録／再生用のビーム光(レーザ光)LBが対物レンズLを介してコート層14、記録層8に向けて照射される。

基板1は、ポリカーボネート等で形成され平行な平面を有する。反射層2は、通常銀、アルミニウム等の金属膜や合金膜で形成され、入射されたビーム光LBを入射側へ反射する。反射層2は、さらに、放熱作用も行う必要があることから、通常50nm程度以上の膜厚とされる。

このような光磁気記録媒体による記録／再生においては、高密度の記録／再生をするために小さな記録マークを形成する必要がある。そのためには、記録層8が微細な粒子構造、表面構造を有する必要がある。しかし、記録層8は、表面に凹凸の多い反射層2、保護層13と接しており、その凹凸の影響を受けるため、非常に荒れた粒子構造、表面構造となる。その結果、記録されるマークがいびつな形状となり、信号品質が低下する等の問題がある。

この問題は、光磁気記録媒体のみならず、相変化(相転移)光記録膜媒体等に共通の問題である。

また、光磁気記録媒体においては、記録層8の飽和磁化 M_s が大

きいと、記録層 8 自体が有する反磁界の働きが大きくなることから、外部磁場を加えない状態や、消去方向の磁場を加えた状態においても記録がなされるという問題が生じる。消去方向の磁場でも記録がなされることは、磁界変調記録を行う場合に大きな記録磁場が必要になることから好ましくない。

さらに、記録層 8 の反磁界の影響により、記録時にマーク（記録マーク）がシフトするという問題もある。特に、長いマーク（長マーク）直後のマークにおいて実効的な記録磁界の増大（記録層 8 の反磁界に磁気ヘッドの磁界が加わることにより生じる）により、マークのシフトが生じやすく、ランダムパターンでのジッタの悪化の原因ともなっている。また、記録補助層を形成することにより、記録層による反磁界を低減して記録磁場を低減することが可能であるが、記録補助層の作用により、記録層の保磁力が低減するという問題があった。保磁力の低下は微小マークを安定に保持できなくなることから好ましくない。なお、記録補助層に係る技術を開示した文献として、特開平 1 1 - 1 2 6 3 8 4 号公報がある。

本発明は、斯かる事情に鑑みてなされたものであり、記録層の下地として核形成層を設け、記録層の微細化（微細粒子構造、微細表面構造）を図ることを目的とする。また、微細な粒子構造、表面構造を有する記録層を形成することにより、小さな記録マークを形成することが可能となり、高密度の記録／再生が可能な光記録媒体を提供することを目的とする。

また、本発明は、記録補助層を設けた場合においても記録層の保磁力を増加でき、高密度の記録／再生が可能な光磁気記録媒体を提供することを目的とする。

また、本発明は、上述した光記録媒体又は光磁気記録媒体を用いた情報記録／再生装置、情報記録／再生方法、磁気記録装置を提供

することを目的とする。

発明の開示

第1発明の光記録媒体は、基板上に反射層及び記録層がこの順に形成され、記録層側から光を照射して情報の記録／再生を行う光記録媒体であって、表面に凹凸を有する核形成層を反射層と記録層との間に備える。

第2発明の光記録媒体は、第1発明において、核形成層を、W、Mo、Ta、Fe、Co、Ni、Cr、Pt、Ti、P、Au、Cu、Al、Ag、Si、Gd、Tb、Nd、及びPdからなる群から選択した1又は2以上の元素を含む材料で形成する。

第3発明の光記録媒体は、第1発明又は第2発明において、核形成層の表面粗さを0.3nm乃至1.5nmとする。

第4発明の光記録媒体は、第1発明又は第2発明において、核形成層を複数層形成し、記録層側に形成した核形成層の表面張力は反射層側に形成した核形成層の表面張力より強いものとする。

第5発明の光記録媒体は、第1発明又は第2発明において、記録層は、結晶状態及びアモルファス状態の間の相変化が可能であり、結晶状態での反射率とアモルファス状態での反射率とが異なるものとする。

第1発明乃至第5発明の光記録媒体では、記録層の下地として核形成層を設けるので、記録層の微細化（微細粒子構造、微細表面構造）を実現できる。また、微細な粒子構造、表面構造を有する記録層を形成することにより、小さな記録マークを形成すること、つまり、高密度の記録／再生が可能な光記録媒体を提供することができる。

第6発明の光磁気記録媒体は、基板上に反射層及び垂直磁気異方

性を有する記録層がこの順に形成され、記録層側から光を照射して情報の記録／再生を行う光磁気記録媒体であって、表面に凹凸を有する核形成層を反射層と記録層との間に備える。

第 7 発明の光磁気記録媒体は、第 6 発明において、核形成層を、W、Mo、Ta、Fe、Co、Ni、Cr、Pt、Ti、P、Au、Cu、Al、Ag、Si、Gd、Tb、Nd、及びPdからなる群から選択した 1 又は 2 以上の元素を含む材料で形成する。

第 8 発明の光磁気記録媒体は、第 6 発明又は第 7 発明において、核形成層の表面粗さを 0.3 nm 乃至 1.5 nm とする。

第 9 発明の光磁気記録媒体は、第 6 発明又は第 7 発明において、核形成層を複数層形成し、記録層側に形成した核形成層の表面張力は反射層側に形成した核形成層の表面張力より強いものとする。

第 6 発明乃至第 9 発明の光記録媒体では、記録層の下地として核形成層を設けるので、記録層の微細化（微細粒子構造、微細表面構造）を実現できる。また、微細な粒子構造、表面構造を有する記録層を形成することにより、小さな記録マークを形成すること、つまり、高密度の記録／再生が可能な光磁気記録媒体を提供することができる。

第 10 発明の光磁気記録媒体は、第 6 発明又は第 7 発明において、記録層の磁化により生じる反磁界を打ち消すために、反射層と核形成層との間に垂直磁気異方性を有する記録補助層を備える。

第 11 発明の光磁気記録媒体は、第 10 発明において、記録層が遷移金属磁化優勢の磁性膜である場合は、記録補助層は希土類磁化優勢の磁性膜とする。

第 12 発明の光磁気記録媒体は、第 10 発明において、記録層が希土類磁化優勢の磁性膜である場合は、記録補助層は遷移金属磁化優勢の磁性膜とする。

第 1 3 発明の光磁気記録媒体は、第 1 0 発明において、記録層及び記録補助層が遷移金属磁化優勢の磁性膜である場合は、記録補助層のキュリー温度を記録層のキュリー温度より高いものとする。

第 1 4 発明の光磁気記録媒体は、第 1 0 発明において、記録層及び記録補助層が希土類磁化優勢の磁性膜である場合は、記録補助層のキュリー温度を記録層のキュリー温度より高いものとする。

第 1 0 発明乃至第 1 4 発明の光磁気記録媒体では、記録補助層を設けた場合においても記録層の保磁力を増加でき、高密度の記録／再生が可能な光磁気記録媒体を提供することを目的とする。

第 1 5 発明の情報記録／再生装置は、第 1 発明又は第 2 発明の光記録媒体又は第 6 発明又は第 7 発明の光磁気記録媒体のいずれかを用いて情報の記録／再生を行うものとする。

第 1 5 発明の情報記録／再生装置では、高密度の光記録媒体又は光磁気記録媒体のいずれかを用いて情報の記録／再生を行うことから、高密度な情報記録媒体の記録／再生が可能となる。

第 1 6 発明および第 1 7 発明の情報記録再生方法および装置では、基板上に熱拡散層及び垂直磁気異方性を有する記録層がこの順に形成された磁気記録媒体の熱拡散層と記録層との間に表面に凹凸を有する核形成層を備え、磁気記録媒体へ光と磁界を印加して情報の光磁気記録を行い、記録層側から磁束を検出して情報の磁気再生を行うものとする。

第 1 6 発明および第 1 7 発明の情報記録再生方法では、高密度の磁気記録媒体を用いて情報の記録再生を行うことから、高密度な情報記録媒体の記録再生が可能となる。

第 1 8 発明では、光を印加して加熱するための素子と磁界を印加する素子と磁束を検出する素子が一つのスライダに搭載されているものとする。

図面の簡単な説明

第1図は、従来のフロントイルミネーション方式光磁気記録媒体の積層構造を示す模式図である。

第2図は、本発明に係る光磁気記録媒体の概略的な積層構造を示す模式図である。

第3図(a)、(b)は、反射層の表面形状状態を示す模式図である。

第4図は、本発明の第1実施の形態に係る光磁気記録媒体(媒体A)の積層構造を示す模式図である。

第5図は、従来の光磁気記録媒体(媒体C)の積層構造を示す模式図である。

第6図は、媒体A、B、CのHw-CNR特性を示すグラフである。

第7図は、媒体A、B、Cの特性を比較する図表である。

第8図は、媒体A、Cのマーク長-ジッタ特性を示すグラフである。

第9図(a)、(b)は、積層構造における表面張力と表面形状の関係を説明する模式図である。

第10図は、元素等の表面張力を示す図表である。

第11図は、核形成層材料による表面張力、表面荒さ、表面粒径周期、記録層保磁力等の特性を示す図表である。

第12図は、核形成層を積層した場合の特性を示す図表である。

第13図は、媒体Dから記録補助層を除外した光磁気記録媒体(媒体E)の積層構造を示す模式図である。

第14図は、媒体D、EのHw-CNR特性を示すグラフである。

第15図(a)、(b)は、本発明の第2実施の形態に係る光磁気

記録媒体（媒体F）における記録補助層の作用を説明する模式図である。

第16図は、本発明の第2実施の形態に係る光磁気記録媒体（媒体G）における記録補助層の作用を説明する模式図である。

第17図は、媒体D、F、Gのマーク長—ジッタ特性を示すグラフである。

第18図は、本発明の第3実施の形態に係るRAD方式光磁気記録媒体（媒体H）の積層構造を示す模式図である。

第19図は、従来のRAD方式光磁気記録媒体（媒体I）の積層構造を示す模式図である。

第20図は、媒体H、I、Jの特性を比較する図表である。

第21図は、本発明の第4実施の形態に係るDWD方式光磁気記録媒体（媒体K）の積層構造を示す模式図である。

第22図は、従来のDWD方式光磁気記録媒体（媒体L）の積層構造を示す模式図である。

第23図は、媒体K、L、Mの特性を比較する図表である。

第24図は、本発明の第5実施の形態に係る相変化方式光記録媒体（媒体N）の積層構造を示す模式図である。

第25図は、媒体N、Pの特性を比較する図表である。

第26図は、本発明の第6実施の形態に係る情報記録／再生装置の概略を示すブロック図である。

第27図は、本発明の第7実施の形態に係る磁気記録装置の概略を示す図である。

第28図は、本発明の磁気記録媒体の保磁力と飽和磁化の温度変化を説明する図である。

第29図は、本発明の磁気記録媒体のレーザ記録パワーに対するCNR特性を示すグラフである。

第 30 図は、本発明の磁気記録装置に用いられる一体型ヘッドを示す図である。

第 31 図は、本発明の磁気記録媒体の記録電流に対する CNR 特性を示すグラフである。

第 32 図は、本発明の磁気記録媒体の下地層構造に対する CNR 特性を示す図表である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明をその実施の形態を示す図面を参照して具体的に説明する。

(本発明に係る記録媒体の概略的な積層構造)

第 2 図は、本発明に係る光磁気記録媒体の概略的な積層構造を示す模式図である。本発明は光磁気記録媒体を例に示すが、光記録媒体においても同様に適用できる。なお、光記録媒体の場合には記録補助層は不要となる。

本発明に係る光磁気記録媒体は、基板 1 の上に反射層 2、記録補助層 3、核形成下地層 4、核形成層 5 (2 層以上の核形成層を積層する場合は、第 1 核形成層 5)、記録層 8、保護層 13、コート層 14 がこの順に形成された積層構造である。この積層構造は、第 1 図と同様にフロントイルミネーション方式に対応しており、コート層 14 の外側から記録／再生用のビーム光 LB が対物レンズ L を介してコート層 14、記録層 8 に向けて照射される。基板 1 は、従来の光磁気記録媒体と同様であり、ポリカーボネート等で形成され平行な平面を有する。記録補助層 3、記録層 8 は垂直磁気異方性を有する磁性膜で構成され、例えば、記録補助層 3 は希土類磁化優勢とし、記録層 8 は遷移金属磁化優勢とする。核形成層 5 の表面は、微小粒径の核 (突起部) 5a を有する微小な凹凸形状とされる。保護層 1

3は窒化膜等で形成され記録層8の酸化、窒化を防止する。コート層14は塵埃や傷付きを防止する。

第3図(a)、(b)は、反射層の形成状態を示す模式図である。反射層2は、放熱効果を得るため50nm程度以上の膜厚とし、その下の基板1の形状を反映できるように平滑な表面にする。平滑な表面としては、表面荒さRaが0.3nm程度以下のものが好ましい。なお、表面荒さRaとは、表面の荒さの度合いを概略的に示し、一般には、山部の高さの平均値と谷部の高さの平均値との差で示される。

反射層2の成膜方法としては金属ターゲットを用いたスパッタ法がある。第3図(a)はAgのみからなる固体ターゲットを用いてスパッタ法により形成した反射層2の断面形状を示す。なお、第1図の積層構造の場合と同様に断面を示す平行斜線は省略する。膜厚50nmに対して、その半分(25nm)程度の凹凸が生じていることから、平滑な表面ではない。

第3図(b)はAgを主成分とする金属に例えば、Pd、Cu、Si等を所定量添加してなる合金ターゲットを用いてスパッタ法により形成した反射層2の断面形状を示す。Pd、Cu、Si等の添加により、膜厚50nmに対して、表面荒さRaを0.3nm程度以下にできる。Pd等の添加材料がAgの粒径拡大を抑制するからである。

反射層2の表面を平滑化する方法として、Pd等の材料を添加する方法の他に、Agをさらに厚く形成した後、表面をエッチングすることにより、平滑な表面を形成する方法もある。また、成膜時の処理室内の圧力を0.1Pa程度以下の低いガス圧力にして成膜速度を遅くすることにより、緻密で平滑な表面とすることも有効な方法である。このように平滑化した反射層2を基板1の上に形成する。

平滑な反射層 2 の上に形成された記録補助層 3 は、記録用の磁界を印加した時に記録層 8 により生じる反磁界を打ち消すような方向に働く磁化を有する。つまり、記録補助層 3 は、記録磁場（記録時に必要な磁場）を低減することができる。記録層 8 が単層の場合には、特に長マーク（マークは同一の信号を有する信号領域であり、長マークとは、同一の信号を有する信号領域が続いている状態である）直後の信号領域において、記録時に信号領域の移動（シフト）が生じるが、反磁界を打ち消すような記録補助層 3 を設けることでシフトを無くし、ジッタを良くすることができる（第 15 図、第 16 図参照）。

記録補助層 3 として、例えば希土類磁化優勢である磁性膜を形成する。後に形成する記録層 8 の磁化の方向及び大きさを均一にするためには、下地である記録補助層 3 は低いガス圧で成膜して表面を平滑にすることが望ましい。このような記録補助層 3 を下地として、記録層 8 を成膜した場合は、反射層 2 の上に記録層 8 を直接成膜した場合に比較して、記録層 8 の保磁力 H_c が低下する。この理由は、記録層 8 の磁化とは反対方向に働く磁化を有する記録補助層 3 の影響により、記録層 8 の垂直磁気異方性が低下するからである。記録層 8 が保持できる最小の磁区（ドメイン）の大きさ d （通常、最短マークの長さに対応する）と保磁力 H_c 、飽和磁化 M_s との間には、 $d = \sigma / (2 M_s H_c)$ の関係がある。なお、 σ は材料、成膜条件等により定まる定数である。

つまり、保磁力 H_c の低下は、最小の磁区の大きさ d を大きくすることになり、光磁気記録媒体の記録密度の低下をもたらす。したがって、高密度化をするためには、最小の磁区の大きさ d を小さくして保磁力 H_c を増大する必要がある。

最小の磁区の大きさ d を小さくするために、表面に凹凸形状を有

する核形成層 5 を、記録補助層 3 と記録層 8 との間に形成する。核形成層 5 の表面は、60 nm 程度以下の周期で、微小粒径の核 5 a を有する微小な凹凸形状とすることが望ましい。核形成層 5 の表面形状の作用により、記録層 8 を磁化の方向が揃った微小な磁区（円柱状磁区）により構成することができる。記録層 8 における磁化の方向が揃うことから、記録層 8 の保磁力 H_c が増大し、最小磁区の大きさ d を小さくすることができる。つまり、核形成層 5 を形成することにより、高密度化が可能となる。

また、核形成層 5 の下地として、核形成層 5 を形成する前に核形成下地層 4 を形成する。核形成層 5 の表面張力より低い表面張力を有する核形成下地層 4 を形成することにより、核形成層 5 の表面の凹凸形状を確実に制御するためである。核形成下地層 4 の表面張力と核形成層 5 の表面張力との関係については、更に後述する（第 9 図参照）。

（第 1 実施の形態）

第 4 図は、本発明の第 1 実施の形態に係る光磁気記録媒体（以下、媒体 A という）の積層構造を示す模式図である。媒体 A は、基板 1 の上に、反射層 2、記録補助層 3、核形成下地層 4、第 1 核形成層 5、第 2 核形成層 6（核助長層 6）、記録層 8、保護層 13 及びコート層 14 が、この順に形成された積層構造である。第 1 核形成層 5 の表面及び第 2 核形成層 6 の表面には、微小粒径の核 5 a、6 a が各々形成され、微小な凹凸形状の表面を構成している。フロントイルミネーション方式に対応していることは、第 2 図等と同様であり、詳細な説明は省略する。なお、構成を逆順に成膜して積層構造とし、基板越しに記録する従来方式の光磁気記録媒体に対しても、本発明を適用することは可能である。

媒体 A の各層構成の詳細は次のとおりである。なお、数値等は、これに限定されるものではなく、適宜必要に応じて変更可能なものである。

基板 1 : 直径 120 mm、厚さ 1.2 mm のガラス板の上にフォトリソ法によるランド・グループを形成。ランド及びグループの幅は各々 0.25 μ m。グループの（溝の）深さは 30 nm。深紫外線（DUV）照射処理をすることにより、表面荒さ Ra 0.25 nm 程度以下の極めて平滑な表面形状に形成。

反射層 2 : Ag を主成分とする Ag、Pd、Cu、Si 合金膜。
厚さ 50 nm

記録補助層 3 : GdFeCo 磁性膜。厚さ 5 nm。記録層 8 が遷移金属磁化優勢であるから、記録補助層 3 は希土類磁化優勢の組成とし、記録層 8 のキュリー温度より高いキュリー温度とする。記録層 8 のキュリー温度においても垂直磁化を有し、飽和磁化 M_s が大きい組成とすると、記録磁場低減効果が大きい。ここでは、Gd 25 : Fe 49 : Co 26 の組成比とした。

核形成下地層 4 : SiN 膜、厚さ 0.5 nm

第 1 核形成層 5 : Cr 膜、厚さ 0.5 nm

第 2 核形成層 6 : C 膜、厚さ 0.5 nm

記録層 8 : TbFeCo (Tb 19 : Fe 62 : Co 19) 磁性膜、厚さ 25 nm

保護層 13 : SiN 膜、厚さ 50 nm

コート層 14 : 透明紫外線硬化樹脂、厚さ 15 μ m

媒体 A の各層成膜条件の詳細は次のとおりである。この条件は装置等によっても変動するものであり、これに限定されるものではなく、適宜必要に応じて変更可能なものである。

反射層 2 : Ag を主成分とし、Pd、Cu が添加された合金ター

ゲット及びS i ターゲットの同時スパッタ成膜。ガス圧は0.95 Pa、投入電力は、合金ターゲットで500W及びS i ターゲットで320W。

記録補助層3：G d F e C o の合金ターゲットのスパッタ成膜。ガス圧は0.5 Pa、投入電力は500W。

核形成下地層4：B ドープのS i ターゲットを窒素ガス中でスパッタ成膜。ガス圧は0.3 Pa、投入電力は800W。

第1核形成層5：C r ターゲットのスパッタ成膜。ガス圧は0.5 Pa、投入電力は500W。

第2核形成層6：C ターゲットのスパッタ成膜。ガス圧は0.5 Pa、投入電力は500W。

記録層8：T b F e C o の合金ターゲットのスパッタ成膜。ガス圧は1.0 Pa、投入電力は500W。

保護層13：B ドープのS i ターゲットを窒素ガス中でスパッタ成膜。ガス圧は0.5 Pa、投入電力は800W。

コート層14：スピncコート法で透明紫外線硬化樹脂を厚さ15 μ m 塗布した後、紫外線を30秒程度照射して硬化。

媒体Aと特性を比較するために、従来の構造をした光磁気記録媒体を2種類作成した。一つは、第1図に示す構造をした光磁気記録媒体（以下、媒体Bという）であり、他の一つは第5図に示す構造をした光磁気記録媒体（以下、媒体Cという）である。第5図は、媒体Cの積層構造を示す模式図である。媒体Bは媒体Aにおける記録補助層3、核形成下地層4、第1核形成層5、第2核形成層6を省略した構造の光磁気記録媒体である。媒体Cは、媒体Aにおける核形成下地層4、第1核形成層5、第2核形成層6を省略した構造の光磁気記録媒体である。媒体B、媒体Cとも、成膜方法、成膜条件、厚さ等は媒体Aと同一である。

第6図は、媒体A、B、Cの H_w -CNR特性を示すグラフである。横軸 H_w は記録磁場（単位：Oe）を示し、縦軸CNR（Carrier to Noise Ratio）は信号対雑音比（単位：dB）を示す。回転速度は5.0 m/s、マーク長は0.25 μ m、記録パワー（記録時照射パワー）は9.0 mW、再生パワー（再生時照射パワー）は3.4 mWである。

媒体Bと媒体Cとを比較すると、媒体Cでは、記録補助層3の効果により記録磁場 H_w が低減している。また、記録方向（ $H_w > 0$ ）において、媒体Aと比較して媒体B、媒体CともにCNRが低下し外部磁場に弱くなる。これは、記録層8の保磁力 H_c が低下したことが原因である。

第7図は、媒体A、B、Cの特性を比較する図表である。記録補助層3の有無、核形成層5の有無に対応させて、記録層保磁力 H_c （kOe）、記録磁場の閾値 H_{wth} （Oe）、マーク長が0.20 μ m、0.25 μ mに対するCNR（dB）を示す。回転速度は5.0 m/s、記録パワーは9.0 mW、再生パワーは3.4 mWである。媒体Cに比較して、媒体Aでは、記録層保磁力が増大し、特に短マーク長でのCNRが向上している。つまり、核形成層5の作用により、高密度化が実現できたことが確認できる。

第8図は、媒体A、Cのマーク長-ジッタ特性を示すグラフである。横軸にマーク長（単位：dB）、縦軸にランダムジッタ（単位：%）を示す。核形成層の作用により、記録時のシフトが低減され、特に短マーク長でのランダムジッタが改善されることが確認できる。

核形成層5の下地に核形成下地層4を形成するのは、核形成層5として用いたCrに比べて表面張力の低い下地を提供するためである。つぎに、積層構造における表面張力と表面形状の関係を説明する。

第9図(a)、(b)は、積層構造における表面張力と表面形状の関係を説明する模式図である。第9図(a)は、核形成下地層4の表面張力 γ_1 が核形成層5の表面張力 γ_2 より低い場合を示す。この場合には、成膜時に核形成層5の材料が凝集して成長しやすくなり、核5aの表面粒径周期 λ は図上 λ_a で示すように短くなる。つまり、微小な凹凸をした表面形状となる。第9図(b)は、核形成下地層4の表面張力 γ_1 が核形成層5の表面張力 γ_2 より高い場合を示す。この場合には、成膜時に核形成層5の材料が凝集しにくくなり、表面粒径周期 λ は図上 λ_b で示すように長くなり、核5bの粒径も大きくなる。つまり、長い周期の凹凸をしたなだらかな表面形状となる。

第10図は、元素等の表面張力を示す図表である。元素等各種材料の30℃における表面張力 γ を示す。核形成層5の表面形状を第9図(a)に示したような微小な凹凸形状とするには、材料の表面張力を参照して、核形成層5の材料に応じて、核形成下地層4の材料を適宜選択すれば良い。

媒体Aでは、第1核形成層5のCr膜の厚さを0.5nm、第2核形成層6のC膜の厚さを0.5nmとした。厚さを0.5nm以上とした場合には、核5aの表面粒径周期 λ は60nm以上と長くなり、表面荒さRaは1.5nm以上と大きくなる。表面粒径周期 λ が大きくなると、その上に形成する記録層8の粒径(磁区)も大きくなり、記録分解能が低下する。また、表面荒さRaが大きくなると、記録層8の保磁力Hcが高くなり、記録時に記録磁場が不足するという問題を生じる。つまり、核形成層5は、表面荒さRaが0.5nm乃至1.5nm、表面粒径周期 λ が10nm乃至60nm程度が望ましい。

媒体Aでは、第1核形成層5の材料をCrとしたが、核形成下地

層4の材料をSiNとした場合には、このSiNより表面張力の大きい材料であれば、Crと同様な核5aを形成することができる。また、第1核形成層5（核形成層5）の材料により、表面荒さRa、記録層保磁力Hcを種々変更することができる。

第11図は、核形成層材料による表面張力、表面荒さ、表面粒径周期、記録層保磁力等の特性を示す図表である。例えば、サンプル1は、核形成層材料がCrであり、形成した膜の厚さが1nmの場合を示し、表面張力 γ は30℃で2290mN/m、表面荒さはRa1.3nm、表面粒径周期 λ は54nm、記録層保磁力Hcは100℃で7kOe、CNRはマーク長0.2 μ mで41.6dBであることを示す。

媒体Aでは、第2核形成層6を形成せずに、第1核形成層5（核形成層5）のみとしても、記録層保磁力Hcを媒体Cより高い値にできる。しかし、第2核形成層6を形成することにより、第1核形成層5により形成された表面粒径周期 λ を維持した状態で、表面荒さRaを更に助長して、記録層保磁力Hcを更に大きくすることができる。

第12図は、核形成層を積層した場合の特性を示す図表である。例えば、サンプル18は、核形成層材料がCrであり、形成した膜の厚さが0.5nmの場合を示し、表面荒さはRa1.1nm、表面粒径周期 λ は50nm、記録層保磁力Hcは100℃で5.5kOe、CNRはマーク長0.2 μ mで41dBであることを示す。サンプル19は、第2核形成層材料としてCを用いているが、C以外の材料を用いることも可能である。サンプル20はWを、サンプル21はCoを、サンプル22はTaを第2核形成層材料として用いた場合を示す。このように、核形成層を積層する場合は、第9図において説明したように、上層側の核形成層材料の表面張力が下層

側の核形成層材料の表面張力より高い材料を選択すれば、材料が凝集して核が成長しやすくなり、表面粒径周期 λ を小さくして、適切な値とすることができる。

また、第2核形成層6の上にさらに第3核形成層、第4核形成層を形成することも可能であり、サンプル23は第3核形成層を、サンプル24は第4核形成層を形成した場合を示す。サンプル24は、第1核形成層材料がCrであり、形成した膜の厚さが0.5nmの場合を示し、第2核形成層材料がCo、形成した膜の厚さが0.2nm、第3核形成層材料がTa、形成した膜の厚さが0.2nm、第4核形成層材料がW、形成した膜の厚さが0.2nm、表面荒さはRa1.5nm、表面粒径周期 λ は58nm、記録層保磁力Hcは100℃で7.3kOe、CNRはマーク長0.2 μ mで42.0dBであることを示す。

複数層の核形成層を形成することにより、核形成層表面の表面荒さRa及び表面粒径周期 λ を変更することができ、記録層保磁力Hc及びCNRをさらに改善することができる。

媒体Aでは、記録層8は遷移金属磁化優勢である組成のTbFeCo磁性膜、記録補助層3は希土類磁化優勢である組成のGdFeCo磁性膜とした。しかし、記録層8が希土類磁化優勢である組成の場合は、記録補助層3を遷移金属磁化優勢である組成として、記録磁界の低減を図ることができる。いずれの場合も記録層8のキュリー温度Tcm近傍で記録補助層3が垂直磁化を有する組成とすることが望ましい。

例えば、媒体Aにおいて、記録層8のTbの組成比を変えて、記録層8を希土類磁化優勢である組成のTbFeCo磁性膜とし、記録補助層3のGdの組成比を変えて、記録補助層3を遷移金属磁化優勢である組成のGdFeCo磁性膜とした媒体を媒体Dとする。

媒体Dにおいて、その他の成膜方法、成膜条件、厚さ等は媒体Aの場合と同一とする。

第13図は、媒体Dから記録補助層を除外した光磁気記録媒体(以下、媒体Eという)の積層構造を示す模式図である。媒体Eは、媒体Dと特性を比較するために、媒体Dの積層構造から記録補助層を除去した構成とし、その他の条件は媒体D(媒体A)の場合と同一とする。したがって、媒体Eは基板1、反射層2、核形成下地層4、第1核形成層5、第2核形成層6、記録層8、保護層13及びコート層14の積層構造である。

第14図は、媒体D、Eの H_w -CNR特性を示すグラフである。横軸 H_w は記録磁場(単位: Oe)を示し、縦軸CNR(Carrier to Noise Ratio)は信号対雑音比(単位: dB)を示す。回転速度は 5.0 m/s 、マーク長は $0.25 \mu\text{m}$ 、記録パワー(記録時照射パワー)は 9.0 mW 、再生パワー(再生時照射パワー)は 3.4 mW である。希土類磁化優勢の磁性膜とした記録層8及び遷移金属磁化優勢の磁性膜とした記録補助層3の組み合わせによっても記録磁場 H_w を低減する効果があることが示される。

(第2実施の形態)

第15図(a)、(b)は、本発明の第2実施の形態に係る光磁気記録媒体(媒体F)における記録補助層の作用を説明する模式図である。

第15図(a)は、マーク長 L_m が長い場合を示し、第15図(b)は、マーク長 L_m が短い場合を示す。ビーム光(LB)の相対的進行方向を矢符LBSで示す。ビーム光の照射により媒体に生じる温度分布 T_{med} を模式的に示す((b)においては、(a)と同一の

温度分布であるから図示を省略する)。記録補助層 3 のキュリー温度 T_{cs} が記録層 8 のキュリー温度 T_{cm} より高いことを温度分布 $T_{me d}$ に重ねて図示する。記録補助層 3 と記録層 8 の間には核形成下地層 4、核形成層 5 が形成されている。

媒体 A において、記録補助層 3 を記録層 8 と同様の遷移金属磁化優勢の磁性膜とし、記録補助層 3 のキュリー温度 T_{cs} を記録層 8 のキュリー温度 T_{cm} より高くすることにより、記録時の磁区（マーク）のシフトを低減することができる。この条件を満たす媒体を媒体 F とする。媒体 F の構成は媒体 A、媒体 D の構成と基本的には同一であり、記録補助層 3 を遷移金属磁化優勢の磁性膜とし、キュリー温度 T_{cs} をキュリー温度 T_{cm} より高くしたことが媒体 A、媒体 D と異なる。例えば、キュリー温度 T_{cs} は 350°C であり、キュリー温度 T_{cm} は 300°C とする。記録層 8 は、媒体 A、媒体 D と同様に遷移金属磁化優勢の磁性膜とする。媒体 F において、その他の成膜方法、成膜条件、厚さ等は媒体 A、媒体 D と同一とする。

なお、記録層 8 を希土類優勢磁化の磁性膜とした場合に、記録補助層 3 を希土類優勢磁化の磁性膜とし、記録補助層 3 のキュリー温度 T_{cs} を記録層 8 のキュリー温度 T_{cm} より高くすることによっても、記録時の磁区（マーク）のシフトを低減することができる。

マーク長 L_m が長い場合（同図 a）の記録時において、記録層 8 の領域（マーク境界）8 a 1、8 a 2 に矢符で示す磁化が存在する場合を示す。また、記録補助層 3 には、領域 8 a 1、8 a 2 に対応して領域 3 a 1、3 a 2 が存在する。領域 8 b 1 はキュリー温度 T_{cm} 以上となることから磁化が消滅している状態を示し、これに対応して領域 3 b 1 の磁化も消滅している。なお、記録層 8 の各領域の境界と記録補助層 3 の各領域の境界は、キュリー温度 T_{cs} とキュリー温度 T_{cm} とが異なることから、キュリー温度の差に応じて

ずれを生じる。

この状態で、記録補助層 3 が無いとすれば、領域 8 b 1 にマークを記録しようとした場合に、磁気ヘッド（不図示）から加える記録磁界が反磁界 H_{mra} により打ち消されることから、記録磁場不足となり、記録マークの位置（領域 8 b 1）がシフトする。しかし、ここでは、領域 8 a 2 に対応する領域 3 a 2 が存在するので、領域 3 a 2 による磁界 H_{ssa} が反磁界 H_{mra} を打ち消すように働き、記録マークの位置のシフトを防止できる。

マーク長 L_m が短い場合（同図 b）の記録時において、記録層 8 の領域（マーク境界）8 a 3、8 a 4、8 a 5、8 a 6 に矢符で示す磁化が存在する場合を示す。また、記録補助層 3 には、領域 8 a 3、8 a 4、8 a 5、8 a 6 に対応して領域 3 a 3、3 a 4、3 a 5、3 a 6 が存在する。領域 8 b 2 はキュリー温度 T_{cm} 以上となることから磁化が消滅している状態を示し、これに対応して領域 3 b 2 の磁化も消滅している。

この状態で、記録補助層 3 が無いとすれば、領域 8 a 6 の磁化により生じる反磁界 H_{mrb} により、領域 8 b 2 の境界部分は磁化され、記録マークの位置がシフトする。しかし、ここでは、領域 8 a 6 に対応する領域 3 a 6 が存在することから、領域 3 a 6 による磁界 H_{ssb} が反磁界 H_{mrb} を打ち消すように働き、記録マークの位置のシフトを防止できる。

キュリー温度 T_{cm} とキュリー温度 T_{cs} との差を適宜調整すれば、マーク長 L_m が長い場合の反磁界 H_{mra} に応じた磁界 H_{ssa} が生じるようにでき、マーク長 L_m が短い場合の反磁界 H_{mrb} に応じた磁界 H_{ssb} が生じるようにすることができる。つまり、マーク長 L_m の長短いずれの場合においても、記録層 8 による反磁界の影響を低減でき、マークのシフトを防止できる。

なお、再生時には、核形成層 5 により記録補助層 3 と記録層 8 とは磁氣的に分断されるから、記録補助層 3 の磁化状態が再生されることはない。

媒体 F の場合のように、記録補助層 3 の組成を記録層 8 と同一の磁化優勢の磁性膜として、キュリー温度 T_{cm} とキュリー温度 T_{cs} との差を調整する方法においては、記録層 8 の反磁界を打ち消すための記録補助層 3 による磁化の大きさを微調整することは困難である。

第 16 図は、本発明の第 2 実施の形態に係る光磁気記録媒体（媒体 G）における記録補助層の作用を説明する模式図である。記録補助層 3 の記録分解能を悪くすることにより、記録層 8 の反磁界を打ち消すための記録補助層 3 による磁化の大きさを微調整することが可能となる。このような記録補助層 3 の記録分解能を悪くした媒体を媒体 G とする。記録補助層 3 の記録分解能は、記録補助層 3 の成膜条件のガス圧を変更することにより、制御が可能であるから比較的調整が容易である。媒体 G は、媒体 F と同一の構成とし、記録補助層 3 の成膜条件のガス圧を媒体 F（媒体 D、媒体 A）の場合の 0.5 Pa から、1.5 Pa へと大きくした。

第 16 図は、第 15 図（a）と同一の状態を示す。記録層 8 は媒体 F と同一であり、領域 8a1、8a2、8b1 の境界は、表面 8s 側から見た場合を示す。また、第 15 図（a）の領域 8a1、8a2 の磁化の方向を表面 8s 側から見て、各々 AM1、AM2 として示す。領域 3a1、3a2、3b1 の境界は、表面 3s 側から見た場合を示す。縦の曲線は各領域の境界が相互に入り組んで、記録補助層 3 の記録分解能が悪くなっていることを示す。また、第 15 図（a）の領域 3a1、3a2 の磁化の方向を表面 3s 側から見て、各々 AM3、AM4 として示す。

第17図は、媒体C、F、Gのマーク長—ジッタ特性を示すグラフである。横軸にマーク長（単位：d B）、縦軸にランダムジッタ（単位：%）を示す。記録補助層3のキュリー温度 T_{cs} を記録層8のキュリー温度 T_{cm} より高くした媒体F、記録補助層3の記録分解能を悪くした媒体Gにおいても、記録補助層3の作用により、各マーク長においてランダムジッタが改善されている。

（第3実施の形態）

第18図は、本発明の第3実施の形態に係るRAD方式光磁気記録媒体（媒体H）の積層構造を示す模式図である。なお、RADはRear Aperture Detection Resolutionのことであり、この種の技術を開示した文献として特開平4-271039号公報がある。

媒体Hは、基板1の上に、反射層2、記録補助層3、核形成下地層4、第1核形成層5、第2核形成層6、記録層8、中間層9、再生層12、保護層13及びコート層14が、この順に形成された積層構造である。つまり、従来のRAD方式光磁気記録媒体に対して、記録補助層3、核形成下地層4、第1核形成層5、第2核形成層6を追加した構成である。媒体A（第4図）の構成に中間層9、再生層12を追加した構成であり、フロントイルミネーション方式に対応していることは、第4図等と同様であり、詳細な説明は省略する。

媒体Hの各層構成は、基本的には媒体Aと同一であり、詳細は省略する。主要構成は次のとおりである。

記録補助層3：GdFeCo（Gd25：Fe49：Co26）
希土類磁化優勢磁性膜（記録層8が遷移金属磁化優勢であるから、希土類磁化優勢とする。）

核形成下地層4：SiN膜、厚さ0.5nm

第1核形成層5 : Cr膜、厚さ0.5nm

第2核形成層6 : C膜、厚さ0.5nm

記録層8 : TbFeCo (Tb22 : Fe60 : Co18) 遷移金属磁化優勢磁性膜

中間層9 : GdFeCoSi (Gd30 : Fe60 : Co2 : Si8) 磁性膜

再生層12 : GdFeCo (Gd24 : Fe63 : Co13) 磁性膜

媒体Hの各層成膜条件は、基本的には媒体Aと同一であり、以下の点が異なる。この条件は装置等によっても変動するものであり、これに限定されるものではなく、適宜必要に応じて変更可能なものである。

中間層9 : GdFeCoの合金ターゲットにSiチップを載せてスパッタ成膜。ガス圧は0.54Pa、投入電力は500W。

再生層12 : GdFeCoの合金ターゲットのスパッタ成膜。ガス圧は0.86Pa、投入電力は800W。

第19図は、従来のRAD方式光磁気記録媒体(媒体I)の積層構造を示す模式図である。媒体Iは、媒体Hから記録補助層3、核形成下地層4、第1核形成層5、第2核形成層6を除外した構成であり、成膜条件等は、媒体Hと同一である。

媒体Hにおいては、記録層8が遷移金属磁化優勢の磁性膜であることから、記録補助層3を希土類磁化優勢の磁性膜としたが、記録補助層3を遷移金属磁化優勢の磁性膜としても、記録時のマークのシフトを低減する効果がある。この理由は、第15図において説明したとおりである。記録補助層3を記録層8と同様に遷移金属磁化優勢の磁性膜とした媒体を媒体Jとする。なお、記録補助層3のキュリー温度 T_{cs} は350℃とし、記録層3のキュリー温度 T_{cm}

300℃より高くしている。

また、媒体Hにおいては、記録補助層3を形成する時のガス圧は0.5Paであるが、媒体Jにおいては、記録補助層3を形成する時のガス圧は1.0Paとして媒体Hにおける場合より高くした。このガス圧は、ランダムジッタが最小になるように適宜選定して決定する。これにより、記録補助層3の分解能が低下し、記録マークのシフトが低減できることは、第16図において説明したとおりである。

第20図は、媒体H、I、Jの特性を比較する図表である。媒体H、I、Jについて、記録層保磁力 H_c (kOe)、マーク長が0.20 μ m、0.15 μ mに対するCNR (dB)、ランダムジッタ(%)を示す。媒体Iに対し媒体H、Jは記録層保磁力 H_c 、CNR、ランダムジッタいずれの特性においても改善されている。つまり、第1核形成層5、第2核形成層6の効果により、記録層保磁力 H_c が増加し、短マーク記録時のCNRが大きく改善されている。また、記録補助層3の効果により、記録磁場が低減し、短マークでのランダムジッタが大きく改善されている。

媒体Hと媒体Jとを比較すると、媒体Jの記録補助層3を変更(改善)したことから、媒体Jのランダムジッタはさらに改善されている。

(第4実施の形態)

第21図は、本発明の第4実施の形態に係るDWDD方式光磁気記録媒体(媒体K)の積層構造を示す模式図である。第22図は、従来のDWDD方式光磁気記録媒体(媒体L)の積層構造を示す模式図である。なお、DWDDはDomain Wall Displacement Detectionのことであり、この種の技

術を開示した文献として特開平 1-143041 号公報がある。また、媒体 L は従来の DWDD をフロントイルミネーション方式に対応させたものである。

媒体 K は、基板 1 の上に、反射層 2、記録補助層 3、核形成下地層 4、第 1 核形成層 5、第 2 核形成層 6、記録層 8、スイッチング層 10、コントロール層 11、再生層 12、保護層 13 及びコート層 14 が、この順に形成された積層構造である。媒体 L は、基板 1 の上に、反射層 2、誘電体層 7、記録層 8、スイッチング層 10、コントロール層 11、再生層 12、保護層 13 及びコート層 14 が、この順に形成された積層構造である。媒体 K の核形成下地層 4 は媒体 L の誘電体層 7 に対応するから、媒体 K は、従来の DWDD 方式光磁気記録媒体（媒体 L）に対して、記録補助層 3、第 1 核形成層 5、第 2 核形成層 6 を追加した構成であり、フロントイルミネーション方式に対応していることは、第 18 図等と同様であり、詳細な説明は省略する。

媒体 K の各層構成は、基本的には媒体 A、H と同一であり、詳細は省略する。主要構成は次のとおりである。

記録補助層 3 : $GdFeCo$ ($Gd_{23} : Fe_{51} : Co_{26}$) 磁性膜。記録層 8 が希土類磁化優勢の磁性膜であるから、遷移金属磁化優勢の磁性膜とする。

核形成下地層 4 : SiN 膜、厚さ 0.5 nm

第 1 核形成層 5 : Cr 膜、厚さ 0.5 nm

第 2 核形成層 6 : C 膜、厚さ 0.5 nm

記録層 8 : $TbFeCo$ ($Tb_{24} : Fe_{56} : Co_{20}$) 磁性膜

スイッチング層 10 : $TbFeCo$ ($Tb_{18} : Fe_{80} : Co_2$) 磁性膜

コントロール層 11 : T b F e C o (T b 19 : F e 74 : C o 7) 磁性膜

再生層 12 : G d F e C o (G d 25 : F e 65 : C o 10) 磁性膜

媒体 K の各層成膜条件は、基本的には媒体 A、H と同一であり、以下の点が異なる。この条件は装置等によっても変動するものであり、これに限定されるものではなく、適宜必要に応じて変更可能なものである。

スイッチング層 10 : T b F e の合金ターゲットに C o チップを載せてスパッタ成膜。ガス圧は 0.5 Pa、投入電力は 500 W。

コントロール層 11 : T b F e C o の合金ターゲットのスパッタ成膜。ガス圧は 0.8 Pa、投入電力は 800 W。

媒体 L の成膜条件等は、媒体 K と同一である。

なお、媒体 L においては、反射層 2 と記録層 8 との間に誘電体層 7 を形成している。誘電体層 7 により放熱性をさらに制御できるから、より良好なマークが記録される。媒体 K の核形成下地層 4 は、この放熱性の制御に加え、核 5 a、6 a の形成が適切にできるように表面張力の調整をすることは、既述したとおりである。

媒体 K においては、記録層 8 が希土類磁化優勢の磁性膜であることから、記録補助層 3 を遷移金属磁化優勢の磁性膜としたが、記録補助層 3 を希土類磁化優勢の磁性膜としても、記録時のマークのシフトを低減する効果がある。この理由は、第 15 図において説明したとおりである。記録補助層 3 を記録層 8 と同様に希土類磁化優勢の磁性膜とした媒体を媒体 M とする。なお、記録補助層 3 のキュリー温度 T_{cs} は 350 °C とし、記録層 3 のキュリー温度 T_{cm} 300 °C より高くしている。

また、媒体 K においては、記録補助層 3 を形成する時のガス圧は

0.5 Pa であるが、媒体Mにおいては、記録補助層3を形成する時のガス圧は1.0 Pa として媒体Kにおける場合より高くした。これにより、記録補助層3の分解能が低下し、記録マークのシフトが低減できることは、第16図において説明したとおりである。

第23図は、媒体K、L、Mの特性を比較する図表である。媒体L、K、Mについて、記録層保磁力 H_c (kOe)、マーク長が0.12 μm 、0.10 μm に対するCNR (dB)、マーク長が0.15 μm 、0.10 μm に対するランダムジッタ (%) を示す。媒体Lに対し媒体K、Mは記録層保磁力 H_c 、CNR、ランダムジッタいずれの特性においても改善されている。つまり、第1核形成層5、第2核形成層6の効果により、記録層保磁力 H_c が増加し、短マーク記録時のCNRが改善されている。また、記録補助層3の効果により、記録磁場が低減し、短マークでのランダムジッタが大きく改善されている。

媒体Kと媒体Mとを比較すると、媒体Mの記録補助層3を変更(改善)したことから、媒体Mのランダムジッタはさらに改善されている。

(第5実施の形態)

第24図は、本発明の第5実施の形態に係る相変化方式光記録媒体(媒体N)の積層構造を示す模式図である。フロントイルミネーション方式に対応していることは、第4図等と同様であり、詳細な説明は省略する。なお、構成を逆順に成膜して積層構造とし、基板越しに記録する従来方式の光記録媒体に対しても、本発明を適用することは可能である。

媒体Nは、基板1の上に、反射層2、核形成下地層4、第1核形成層5、第2核形成層6、記録層8、保護層13及びコート層14

が、この順に形成された積層構造である。

媒体 N の各層構成は、基本的には媒体 A と同一であり、異なるのは、記録層 3 のみである。記録層 8 の構成及び成膜条件等は次のとおりである。

記録層 8 : Ge Sb Te (Ge 70 : Sb 21 : Te : 9) の相変化膜。ここで形成した相変化膜は、例えば、結晶状態とアモルファス状態とにおける反射率が異なる膜である。所定組成の合金ターゲットのスパッタ成膜。ガス (Ar) 圧は 0.5 Pa、投入電力は 500 W。

媒体 N と特性を比較するために、従来の構造をした光記録媒体 (以下、媒体 P という) を作成した。媒体 P は、第 1 図の光磁気記録媒体と同様な構成であり、媒体 N から核形成下地層 4、第 1 核形成層 5、第 2 核形成層 6 を除外した構成である。なお、他の媒体と同様にフロントイルミネーション方式である。

第 25 図は、媒体 N、P の特性を比較する図表である。媒体 N においては、核形成層 (第 1 核形成層 5、第 2 核形成層 6) を形成したことにより、特に短マーク長においてランダムジッタが大幅に改善されている。

(第 6 実施の形態)

第 26 図は、本発明の第 6 実施の形態に係る情報記録／再生装置の概略を示すブロック図である。情報記録／再生装置として、光磁気記録再生装置 30 を用いた場合を説明するが、光記録／再生装置についても同様に適用可能である。

スピンドルモータ 31 により、本発明に係る光磁気記録媒体 32 (以下、媒体 32 という) を所定の回転速度で回転させる。媒体 32 に対し、レーザダイオード 33 からレーザ光を照射する。レーザ

光はコリメートレンズ 34 により平行光とされ、ビームスプリッタ 35 を通過し、対物レンズ 36 により集光され、媒体 32 の記録膜上に焦点を結ぶように制御される。レーザダイオード 33 は、レーザ駆動手段 37 におけるパルス変調手段（図示省略）により高レベルの光出力と低レベルの光出力がでるように調整される。

情報の記録時においては、レーザ光は記録すべき情報に従ってパルス変調手段によりパルス状に変調されて、媒体 32 に照射される。そして、記録用に制御されたレーザ光の照射により媒体 32 の表面部に形成したレーザスポットの近辺にはバイアス磁界印加手段 39 により、例えば、図面上、上向き方向で、所定の大きさの直流磁界を印加することにより情報を記録できる。なお、バイアス磁界印加手段 39 は、コントローラ 38 により制御される。

情報の消去時においては、消去用に制御されたレーザ光の照射により媒体 32 の表面部に形成したレーザスポットの近辺に、例えば、図面上、下向き方向の磁界を印加することにより、情報を消去できる。

再生時においては、コントローラ 38 によりレーザ駆動手段 37 を介してレーザダイオード 33 を直流的に駆動してレーザ光を照射し、記録時と同方向の再生磁界を印加する。再生用に制御されたレーザ光の照射により媒体 32 の表面部に温度分布が生じる。この温度分布により、マスク領域と開口領域が形成され、開口領域から反射光が得られる。反射光は、ビームスプリッタ 35 により光路を変更されレンズ 40 に導かれる。レンズ 40 は反射光を集光して光検出器 41 へ導く。集光された反射光を光検出器 41 により検出し、コントローラ 38 により信号処理をすることにより、記録された情報を良好な C/NR をもって再生できる。

なお、フロントイルミネーション方式の場合には、バイアス磁界

印加手段 39 は、媒体 32 と対物レンズ 36 との間に配置され、レーザースポットは媒体 32 の表面に焦点が合わせられる。

(第 7 実施の形態)

第 27 図は、本発明の第 7 実施の形態に係る磁気記録装置の概略を示す図である。

スピンドル 51 により本発明に係る記録媒体（磁気記録媒体）52 を所定の回転速度で回転させる。記録媒体 52 の表面に形成された記録層 68 に対し、レーザーダイオード 53 からレーザー光を照射する。レーザー光はコリメートレンズ 54 により平行光とされ、ビームスプリッタ 55 を通過し、光学ヘッドスライダ 58 に搭載された対物レンズ 56 により集光され、記録層 68 に焦点を結ぶように制御される。レーザーダイオード 53 は、レーザー駆動回路 63 によりパルス変調され高レベルの光出力と低レベルの光出力が可能となっている。

情報の記録時においては、レーザー光は記録すべき情報に従ってレーザー駆動回路 63 によりパルス状に変調されて、記録層 68 に照射される。そして、記録用に制御されたレーザー光の照射により記録層 68 の表面に形成したレーザースポットの近辺には記録用コイル 59 により、図面上、上向き方向で、所定の大きさの直流磁界を印加することにより上向きの磁界の情報を、また、下向き方向の磁界を印加することにより下向きの磁界の情報を磁区として記録できる。記録用コイル 59 を記録層 68 に近接させることで記録用コイル 59 を極めて小さく構成することが可能となる。記録用コイル 59 を十分に小さくすることで磁界変調記録が可能となる。なお、記録用コイル 59 は、記録用コイル駆動回路 67 により制御される。光学ヘッドスライダ 58、記録用コイル 59 などが光磁気記録部を構成す

る。

また、記録層で反射した光はビームスプリッタ 5 5 により、図中右側へ光路を変更され光検出器 6 4 により電気信号に変換されフォーカス信号検出回路 6 5 にて、フォーカス方向が検出される。フォーカス信号検出回路 6 5 にて検出されたフォーカス方向によってフォーカス用コイル駆動回路 6 6 が制御され、フォーカス用コイル 5 7 にフォーカス電流が流れ、対物レンズ 5 6 を図中上下に動作させて、レーザスポットが記録層 6 8 に集光するように制御される。

一方、再生時においては、磁気ヘッドスライダ 6 1 に搭載された磁束を検出する素子である磁気再生素子 6 0 により磁区の変化を検出（磁区の磁束を検出）し、再生素子駆動検出回路 6 2 により、高密度に記録された情報を良好な C N R をもって再生できる。磁気再生素子 6 0、磁気ヘッドスライダ 6 1 などが磁気再生部を構成する。

本発明の第 7 実施の形態に係る記録媒体（磁気記録媒体）5 2 の構成は次の通りである。基板の上に熱拡散層、核形成層（記録層側の表面に凹凸を有する）、記録層（垂直磁気異方性を有する）、保護層、及び潤滑層が形成されている。ここで、熱拡散層は照射した光によって発生する熱を調整するものであることから、第 6 実施の形態で説明した反射層と基本的にはほぼ同じ役割を担っている。

次にこの記録媒体 5 2 の作製方法を説明する。

基板には、フラットなガラス基板を用い、ディスク径 2.5 インチとした。熱拡散層には、金属あるいは合金系材料を用いることができ、ここでは、A l S i (A l 6 0 : S i 4 0) 組成で、膜厚は 4 0 n m である。その上に核形成層を形成した。核形成層は 2 層構成として、まず、R u O を 1 n m 形成して、次に A g を 1 n m 形成した。記録層は単層膜として、T b F e C o (T b 2 1 : F e 4 0 : C o 3 9) を 2 5 n m 形成した。保護層には、S i N を 3 n m、C

r を 1 nm、C を 1 nm 形成した。これらの層は、通常のマグネトロンスパッタ法で形成した。また、各層はそれぞれの材料のターゲットを用いて、スパッタガスには Ar を用いた。なお、RuO の形成は、Ru ターゲットを用い、Ar と酸素 (O₂) の混合ガスで反応性スパッタによって形成した。SiN の形成も、Si ターゲットを用い、Ar と窒素 (N₂) の混合ガスで反応性スパッタによって形成した。このようにして作製した記録媒体 52 の表面に潤滑材を塗布した。潤滑材としては、フッ素系樹脂を用いて、スピンコート法によって塗布した。この潤滑材の膜厚は 1 nm 以下である。

このようにして形成された記録媒体 52 の温度に対する保磁力の変化と飽和磁化の一例を第 28 図に示す。室温における保磁力は 10 kOe 以上あるが、昇温すると図中実線で示すとおり、室温で 10 kOe 以上ある保磁力は小さくなりおおよそ 350 °C で 0 となる。光学用スライダ 58 に搭載された記録用コイル 59 で発生した記録磁界により記録可能な保磁力となる温度まで加熱すれば、記録することが可能となる。

また、この記録媒体 52 の室温における飽和磁化の値は図中点線で示すように 100 emu/cc 以上あるので、記録されたマークからの磁束を通常の磁気抵抗素子によって再生することが可能である。

第 27 図を用いて情報記録／再生方法について説明する。記録は光の照射により記録媒体 52 を昇温して記録層の保磁力を下げた状態で磁界を印加することにより記録（磁区を記録）する。その後、記録された磁区からの漏洩磁束を検出することで、信号を再生する。

まず、原理実験を確認する為に、小さな空芯コイル（記録用コイル 59）を浮上スライダ（光学ヘッドスライダ 58）に形成して、空芯部分から光を入射させた。光を照射することで、記録媒体 52

の保磁力は低下するので、その状態で空芯コイルに電流を流して磁界を発生させる。この磁界は、記録したい磁区のサイズに合わせて磁束の方向を上向きと下向きに変える。磁束検出するために、磁気再生ヘッド（磁気ヘッドスライダ 61）を用いた。磁気再生ヘッドはスライダに磁気抵抗素子（磁気再生素子 60）が取り付けられたものである。

第 29 図は本発明の磁気記録媒体のレーザ記録パワーに対する C/NR の変化を示す。ここで、記録磁界は 400 エルステッドとした。また、記録したマークのサイズは 50 nm である。使用した磁気再生ヘッドの再生コア幅は 0.2 μ m、シールドギャップ長は 0.09 μ m である。記録用レーザの波長は 405 nm、対物レンズの開口数 NA は 0.85 である。

第 29 図の実線で示すようにレーザ記録パワーを 15 mW にすることで、再生特性はほぼ飽和している。磁気再生することで、このような微小なマークでも再生可能となり、熱磁気記録したものを光で再生するよりは、再生特性が非常に改善されていることが分かる。

（第 8 実施の形態）

第 7 実施の形態では、熱拡散層として AlSi 膜を用いた。しかし、実際には、ここに軟磁性膜を用いてもよい。その理由は、金属や合金の熱伝導率は材料によって異なるが、誘電体に比べてその値ははるかに大きいからである。また、軟磁性膜を用いることで記録用コイルの磁界が記録膜に集中するので、大きな磁界を得ることができる。この例を説明する。なお、媒体や測定系は、第 7 実施の形態とほぼ同じである。

ここでは軟磁性膜として CoZrNb、FeCsi、NiFe を用い、膜厚を 80 nm とした。これらの記録媒体（磁気記録媒体）

のレーザ記録パワーに対するCNRの変化を第29図に点線で示す。軟磁性膜の熱伝導率がAlSiより小さいために、低パワーで記録できることが分かる。更に、CNRはAlSiと同程度であるか若干の増大が見込まれる。これは、媒体上の磁界を大きくできたことによる効果が大い。

(第9実施の形態)

第30図は、本発明の磁気記録装置の記録／再生に用いられる一体型ヘッドを示す構成図である。光学系（レーザ光照射部：光開口部74、導波路75、光導入口81などで構成）と記録用コイル79と磁気再生素子（磁気抵抗素子77）を一体化した一体型ヘッド71Hを一つのスライダ70に搭載した形態を示す。光学系は、導波路タイプを使用した。記録用コイル79は、記録媒体（磁気記録媒体）に照射する光が出射される光開口部74より後ろ側に形成した。この理由は、記録媒体が高速に回転していると、実際に温度が上昇する箇所はスポット位置より後ろ側にずれるからである。磁束を検出する磁気抵抗素子77は、光開口部74と記録用コイル79の間に形成した。

同図（A）は、スライダ70を構成するスライダ基板71の端部に一体型ヘッド71Hを搭載した状態を示す。

同図（B）は同図（A）の矢符B方向から見た図である。つまり、スライダ面（記録媒体に対向する面）から見た図である。スライダ基板71にはAlTiCを用いた。スライダ基板71は一枚のウェーハから切り出した状態を示している。スライダ基板71の表面に下地用に平坦化層72の一部を形成した。その後、光シールド部73に使用するAuを蒸着する。この膜厚は100nmである。ホトリソグラフィ技術（レジストとエッチングとを用いるプロセス）で、

光シールド部 7 3 の下部面をパターンニング形成する。その上に光開口部 7 4 に対応する部分とその他の不要な部分とをレジストでマスクして A u を蒸着する。その後、リフトオフ法などによりレジストを除去して光開口部 7 4 と光シールド部 7 3 を形成した。このようにして形成した光開口部 7 4 の大きさは図中の幅方向が 1 0 0 n m 、高さ方向が 6 0 n m で、光シールド部 7 3 は導波路 7 5 に対して 5 0 n m 厚である。

光シールド部 7 3 の上にアルミナをスパッタ法で形成して、平面になるように研磨して平坦化層 7 2 を形成した。平坦化層 7 2 の上に厚み 2 0 0 n m のパーマロイ（第 1 のシールド層 7 6 ）を形成した後、ホトリソグラフィ技術でパターンニングしながら磁束を検出する素子としての磁気抵抗素子 7 7 を形成した。その上に 2 0 0 n m の F e C o （第 2 のシールド層 7 8 ）を形成した。さらに 1 μ m のレジストを形成し、更にその上に記録用コイル 7 9 および記録用磁極 8 0 を形成した。記録用磁極 8 0 のサイズは、幅 = 1 0 0 n m 、高さ = 5 0 n m とした。記録用コイル 7 9 および記録用磁極 8 0 は記録媒体に磁界を印加する素子となる。

同図（C）は同図（A）の矢符 C 方向から見た図である。つまり、一体型ヘッド 7 1 H の側面図を示す。同図（B）では表し難かった記録用コイル 7 9 を示している。ここで、第 2 のシールド層 7 8 と記録用磁極 8 0 は上下方向（（B）での上下方向。（C）では紙面手前から紙面背面側方向）に F e C o でつながっており、磁路に空隙はない。なお、光導入口 8 1 はスライダ 7 0 の外部から光ファイバなどを介してレーザ光を導光し、光開口部 7 4 から記録媒体へ光を照射（印加）することができる。

このようにして試作した一体型ヘッド 7 1 H で記録／再生特性を調べた。第 3 1 図は本発明の磁気記録媒体の記録電流に対する C N

R特性を示すグラフである。測定したマーク長は50nmである。ここでは、記録媒体（磁気記録媒体）として、熱拡散層に軟磁性膜を用いたものを利用している。その方が記録用磁極（80）から出た磁束が軟磁性膜を通して第2のシールド層（78）に帰っていくことから、記録しようとする磁区に対する磁界が大きくなる。

上述の構成によれば、低いレーザ記録パワーでも記録可能となる。記録の際の記録電流 I_w （記録用コイルに流す電流）は20mAとした。また、磁気抵抗素子（77）に流すセンス電流 I_s は3mAとした。これらは、通常の磁気記録に用いられる値程度である。

図中実線は、熱拡散層に非磁性層を用いた場合のCNR特性を表し、点線は、熱拡散層に軟磁性膜を用いた場合のCNR特性を表している。図から明らかなように熱拡散層に軟磁性膜を用いた方が少ない記録電流により高いCNR特性を有する。

（第10実施の形態）

第32図は、本発明に用いる磁気記録媒体の下地層構造に対するCNR特性を示す図表である。ここでは、下地層（核形成層）の効果を確認するために下地層を種々変更した記録媒体（磁気記録媒体）を作製して、特性評価を行った。基本的な作製方法は上述した通りであるが、次の構成のサンプルを作製した。

基板／熱拡散層（軟磁性膜：100nm）／下地層（核形成層）
／記録層（20nm）／保護層（5nm）

記録層には、TbFeCo（Tb19：Fe50：Co31）を用いた。下地層には、SiNだけを利用したもの、その他本発明の特徴として請求の範囲に記載した材料の一例を利用したものなどを調べた。第32図にサンプル30～40として示す。

記録／再生をするヘッドとしては、第9実施の形態の一体型ヘッ

ドを用いた。記録／再生の評価には50nmのマーク長（ML）に対するCNRを調べた。第32図にその結果を示す。なお下地層材料で構成が2層になっているものは、左側が熱拡散層に近い層である。この結果から、明からに下地層に核形成層を利用することが有効であることが分かった。なお、記録電流は記録用コイルに流す電流である。

産業上の利用可能性

本発明の光記録媒体、光磁気記録媒体は、ランダムジッタ特性、CNRが良く、記録磁場も小さくできることから、高密度化が可能な情報記録媒体を提供できる。

本発明の情報記録／再生装置、情報記録／再生方法及び磁気記録装置は、高密度な情報記録媒体の記録／再生が可能な情報記録／再生装置を提供できる。

請求の範囲

1. 基板上に反射層及び記録層がこの順に形成され、該記録層側から光を照射して情報の記録／再生を行う光記録媒体であって、表面に凹凸を有する核形成層を前記反射層と記録層との間に備えることを特徴とする光記録媒体。

2. 前記核形成層は、W、Mo、Ta、Fe、Co、Ni、Cr、Pt、Ti、P、Au、Cu、Al、Ag、Si、Gd、Tb、Nd、及びPdからなる群から選択した1又は2以上の元素を含む材料で形成されることを特徴とする請求項1記載の光記録媒体。

3. 前記核形成層は、表面粗さが0.3nm乃至1.5nmであることを特徴とする請求項1又は2記載の光記録媒体。

4. 前記核形成層は複数層形成してあり、記録層側に形成した核形成層の表面張力は反射層側に形成した核形成層の表面張力より強いことを特徴とする請求項1又は2記載の光記録媒体。

5. 前記記録層は、結晶状態及びアモルファス状態の間の相転移が可能であり、結晶状態での反射率とアモルファス状態での反射率とが異なることを特徴とする請求項1又は2記載の光記録媒体。

6. 基板上に反射層及び垂直磁気異方性を有する記録層がこの順に形成され、記録層側から光を照射して情報の記録／再生を行う光磁気記録媒体であって、表面に凹凸を有する核形成層を前記反射層と記録層との間に備えることを特徴とする光磁気記録媒体。

7. 前記核形成層は、W、Mo、Ta、Fe、Co、Ni、Cr、Pt、Ti、P、Au、Cu、Al、Ag、Si、Gd、Tb、Nd、及びPdからなる群から選択した1又は2以上の元素を含む材料で形成されることを特徴とする請求項6記載の光磁気記録媒体。

8. 前記核形成層は、表面粗さが0.3nm乃至1.5nmであることを特徴とする請求項6又は7記載の光磁気記録媒体。

9. 前記核形成層は複数層形成してあり、記録層側に形成した核形成層の表面張力は反射層側に形成した核形成層の表面張力より強いことを特徴とする請求項6又は7記載の光磁気記録媒体。

10. 前記記録層の磁化により生じる反磁界を打ち消すために、前記反射層と核形成層との間に垂直磁気異方性を有する記録補助層を備えることを特徴とする請求項6又は7記載の光磁気記録媒体。

11. 前記記録層が遷移金属磁化優勢である場合は、前記記録補助層は希土類磁化優勢であることを特徴とする請求項10記載の光磁気記録媒体。

12. 前記記録層が希土類磁化優勢である場合は、前記記録補助層は遷移金属磁化優勢であることを特徴とする請求項10記載の光磁気記録媒体。

13. 前記記録層及び記録補助層が遷移金属磁化優勢である場合は、記録補助層のキュリー温度を記録層のキュリー温度より高くしてあることを特徴とする請求項10記載の光磁気記録媒体。

14. 前記記録層及び記録補助層が希土類磁化優勢である場合は、記録補助層のキュリー温度を記録層のキュリー温度より高くしてあることを特徴とする請求項10記載の光磁気記録媒体。

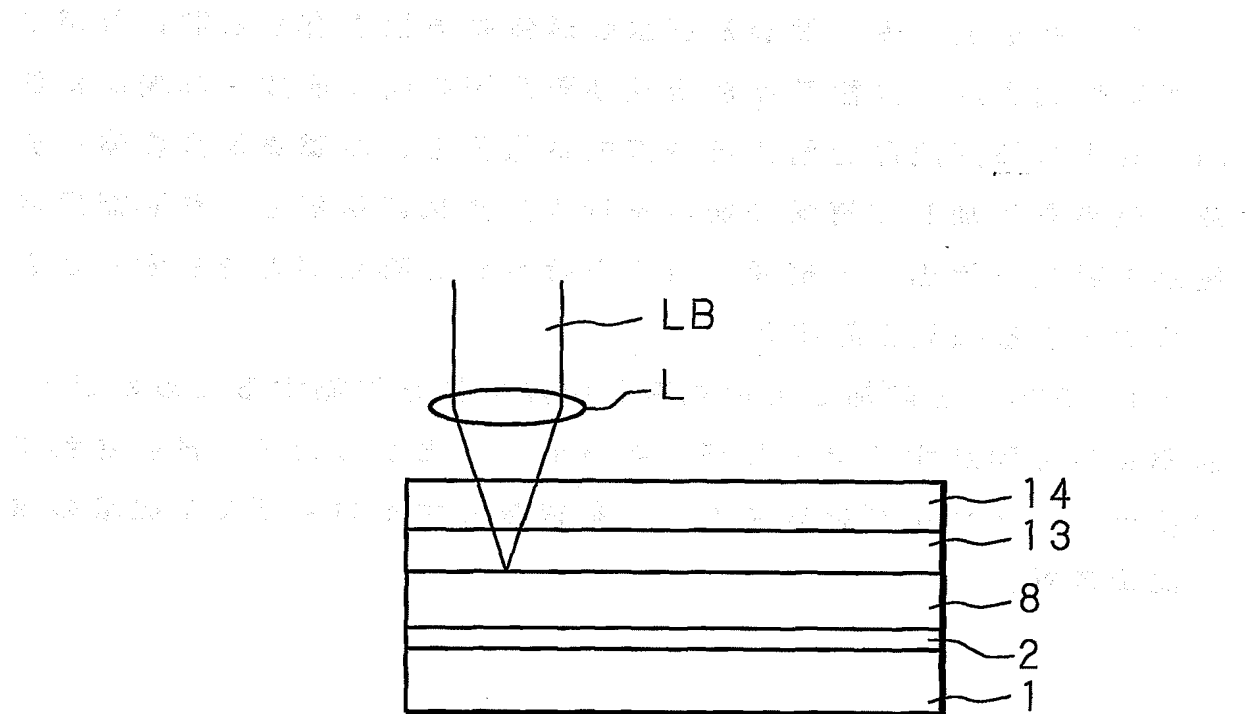
15. 請求項1又は2記載の光記録媒体又は請求項6又は7記載の光磁気記録媒体のいずれかを用いて情報の記録／再生を行う情報記録／再生装置。

16. 基板上に熱拡散層及び垂直磁気異方性を有する記録層がこの順に形成され、前記熱拡散層及び記録層の間に形成され表面に凹凸を有する核形成層を備える磁気記録媒体を用いた情報記録／再生方法であって、前記磁気記録媒体へ光及び磁界を印加して情報の光磁気記録を行い、前記記録層側から磁束を検出して情報の磁気再生を行うことを特徴とする情報記録／再生方法。

17. 基板上に熱拡散層及び垂直磁気異方性を有する記録層がこの順に形成され、前記熱拡散層及び記録層の間に形成され表面に凹凸を有する核形成層を備える磁気記録媒体と、該磁気記録媒体へ光及び磁界を印加して情報の記録を行う光磁気記録部と、前記記録層側から磁束を検出して情報の再生を行う磁気再生部とを有することを特徴とする磁気記録装置。

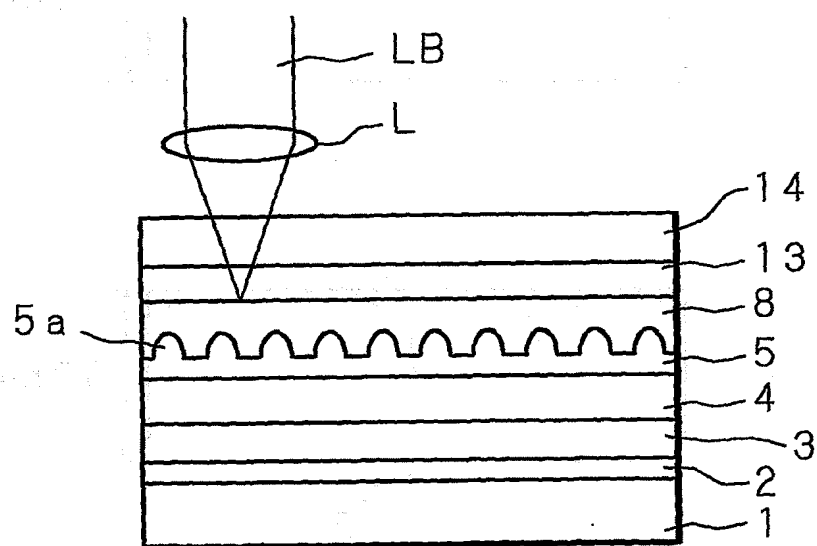
18. 前記光を印加して前記磁気記録媒体を加熱するための素子、前記磁界を印加する素子及び前記磁束を検出する素子が搭載されている一つのスライダを有することを特徴とする請求項17記載の磁気記録装置。

1/32



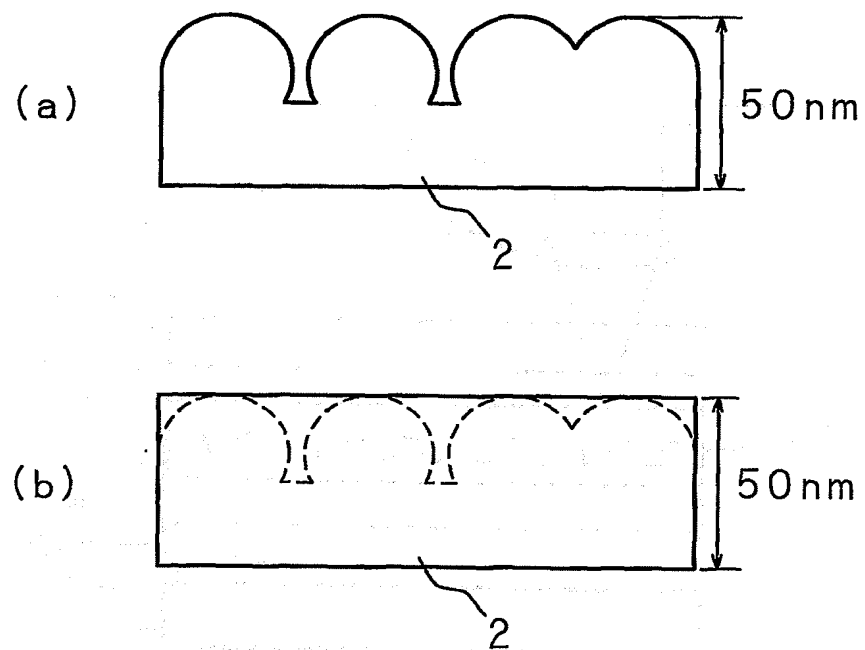
第 1 図

2/32



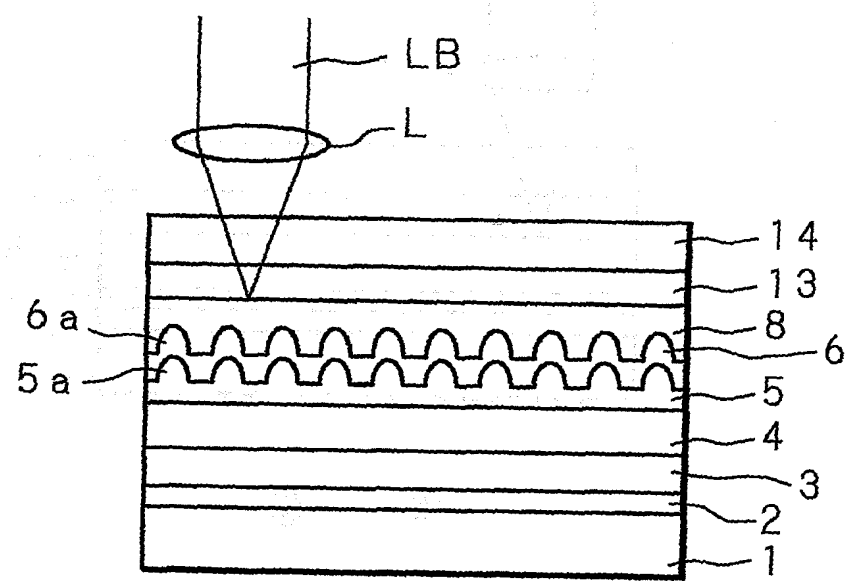
第 2 図

3/32



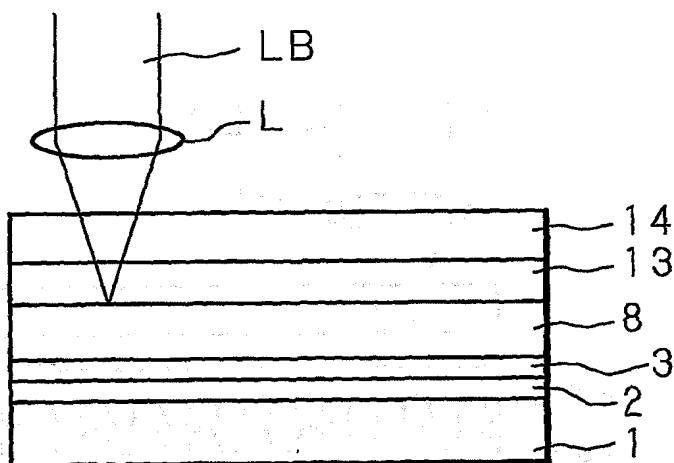
第 3 図

4/32



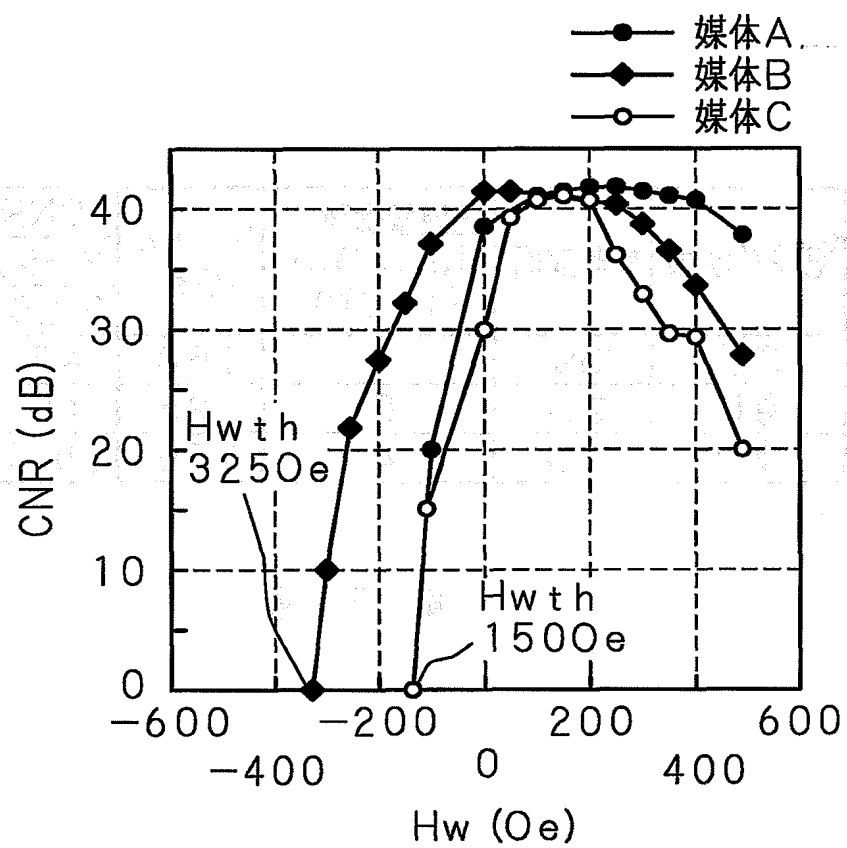
第 4 図

5/32



第 5 図

6/32



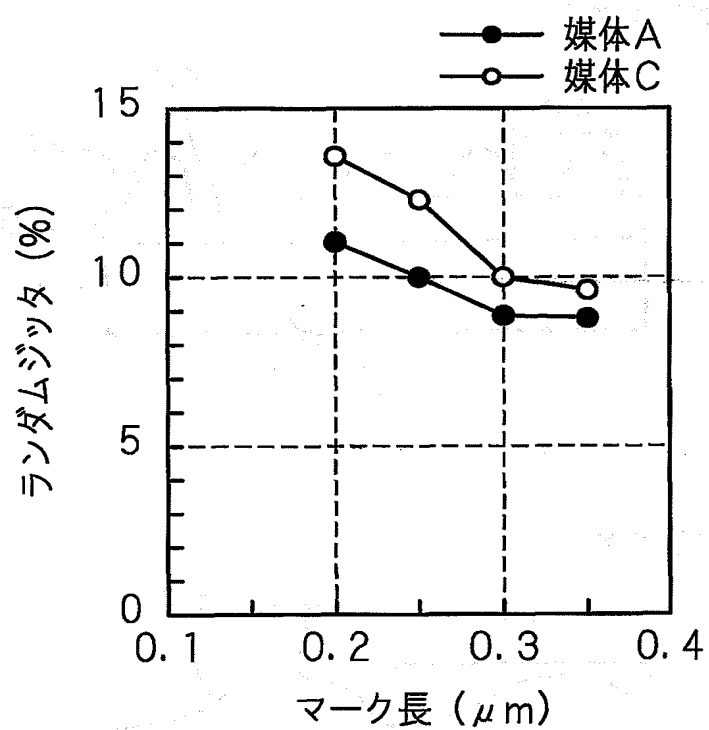
第 6 図

7/32

| 媒体 | 記録補助層 | 核形成層 | 記録層保磁力 H _c (kOe) (100℃) | H _{wth} (Oe) | CNR (dB) | |
|----|-------|------|--|--------------------------|-----------|------|
| | | | | | マーク長 (μm) | |
| | | | | | 0.20 | 0.25 |
| A | あり | あり | 6 | 150 | 42 | 46.2 |
| B | なし | なし | 5 | 325 | 40 | 46 |
| C | あり | なし | 4 | 150 | 39.5 | 46 |

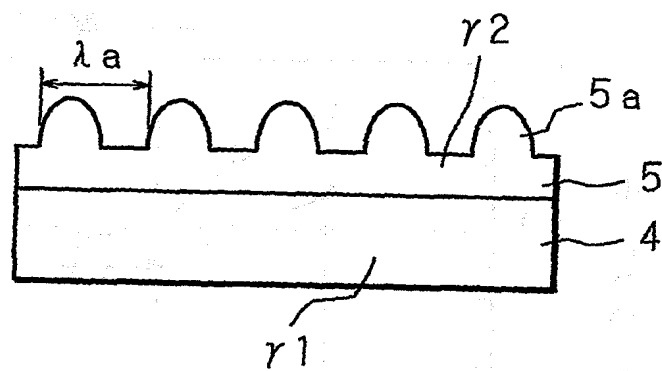
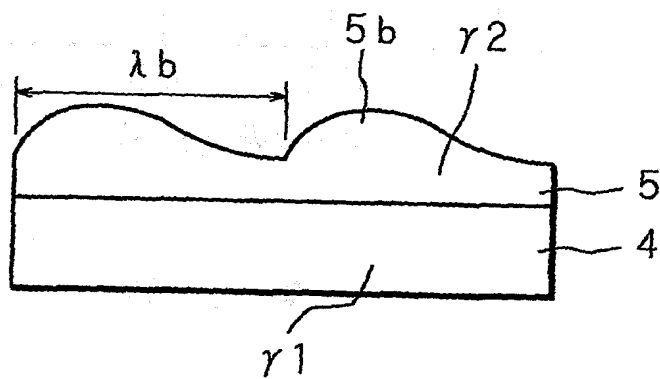
第 7 図

8/32



第 8 図

9/32

(a) $r_2 > r_1$ (b) $r_2 < r_1$ 

第 9 図

10/32

| 元素等名称 | 30℃での 表面張力 γ (mN/m) |
|-------|----------------------------------|
| W | 3471 |
| Mo | 3023 |
| Ta | 2887 |
| Fe | 2610 |
| Co | 2590 |
| Ni | 2319 |
| Cr | 2290 |
| Pt | 2096 |
| Ti | 2080 |
| Au | 1677 |
| Cu | 1422 |
| Al | 1135 |
| Ag | 1052 |
| Si | 1044 |
| Gd | 1015 |
| Tb | 868 |
| Nd | 778 |
| SIN | 約300 |

第 10 図

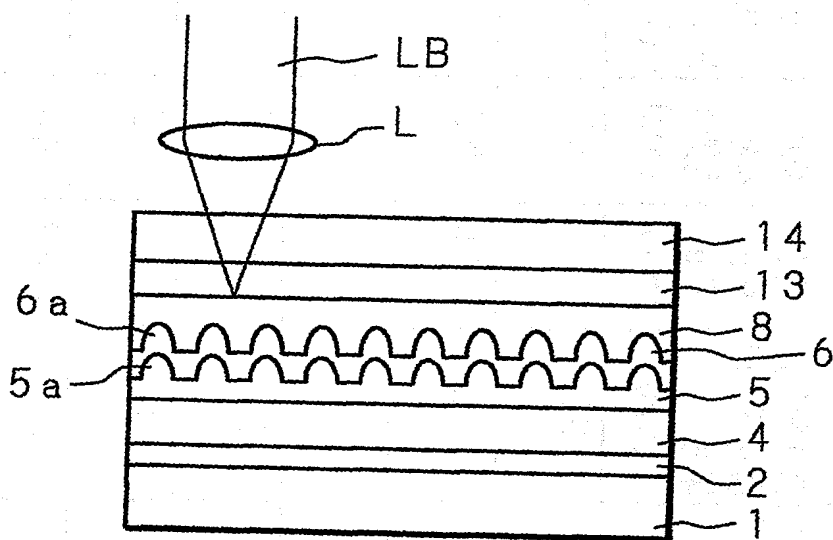
11/32

| サンプル | 核形成層 材料及び 厚さ (nm) | 表面 張力 γ (mN/m) (30℃) | 表面 荒さ Ra (nm) | 表面 粒径 周期 λ (nm) | 記録層 保磁力 Hc (kOe) (100℃) | CNR (dB) マーク長 0.2 (μ m) |
|------|----------------------------|--------------------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 1 | Cr 1 | 2290 | 1.3 | 54 | 7 | 41.6 |
| 2 | W 1 | 3471 | 1.2 | 54 | 7 | 41.6 |
| 3 | Mo 1 | 3023 | 1.2 | 54 | 7 | 41.5 |
| 4 | Ta 1 | 2887 | 1.2 | 56 | 7 | 41.4 |
| 5 | Fe 1 | 2610 | 1.2 | 56 | 6.5 | 41.4 |
| 6 | Co 1 | 2590 | 1.3 | 56 | 6.5 | 41.5 |
| 7 | NI80P20 1 | 2319 | 1.3 | 56 | 6.5 | 41.5 |
| 8 | Pt 1 | 2096 | 1.3 | 56 | 6.3 | 41.5 |
| 9 | Ti 1 | 2080 | 1.3 | 56 | 6.3 | 41.2 |
| 10 | Au 1 | 1677 | 1.4 | 58 | 6.2 | 41.2 |
| 11 | Cu 1 | 1422 | 1.4 | 58 | 6.2 | 41.2 |
| 12 | Al 1 | 1135 | 1.4 | 60 | 6 | 41.1 |
| 13 | Ag 1 | 1052 | 1.4 | 60 | 6 | 41 |
| 14 | Si 1 | 1044 | 1.45 | 60 | 6 | 41.2 |
| 15 | Gd 1 | 1015 | 1.45 | 60 | 6 | 40.9 |
| 16 | Tb 1 | 868 | 1.45 | 60 | 6 | 40.9 |
| 17 | Nd 1 | 778 | 1.45 | 60 | 6 | 40.9 |

12/32

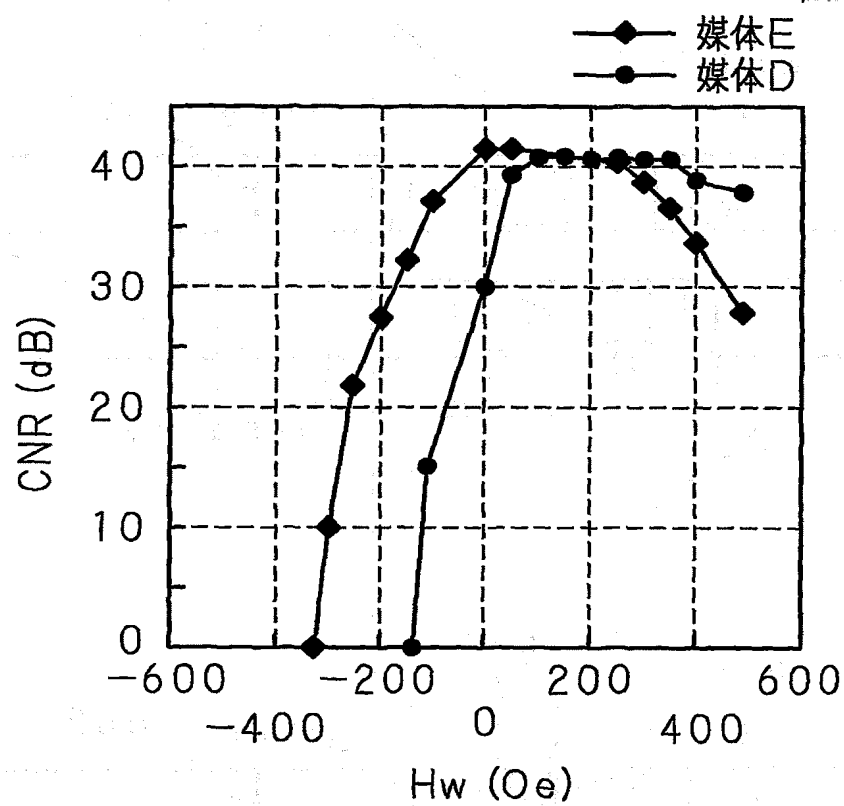
| サンプル | 第1核形成 層材料及び 厚さ (nm) | 第2核形成 層材料及び 厚さ (nm) | 第3核形成 層材料及び 厚さ (nm) | 第4核形成 層材料及び 厚さ (nm) | 表面 荒さ Ra (nm) | 表面 粒径 周期λ (nm) | 記録層 保磁力 Hc (kOe) (100°C) | CNR (dB) マーク長 0.2 (μm) |
|------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 18 | Cr 0.5 | なし | なし | なし | 1.1 | 50 | 5.5 | 41 |
| 19 | Cr 0.5 | C 0.5 | なし | なし | 1.45 | 50 | 7 | 42.0 |
| 20 | Cr 0.5 | W 0.5 | なし | なし | 1.45 | 50 | 7 | 42.0 |
| 21 | Cr 0.5 | Co 0.5 | なし | なし | 1.47 | 52 | 6.8 | 41.8 |
| 22 | Cr 0.5 | Ta 0.5 | なし | なし | 1.47 | 52 | 6.9 | 41.7 |
| 23 | Cr 0.5 | Co 0.25 | Ta 0.25 | なし | 1.48 | 56 | 7.2 | 42.0 |
| 24 | Cr 0.5 | Co 0.2 | Ta 0.2 | W 0.2 | 1.5 | 58 | 7.3 | 42.0 |

13/32



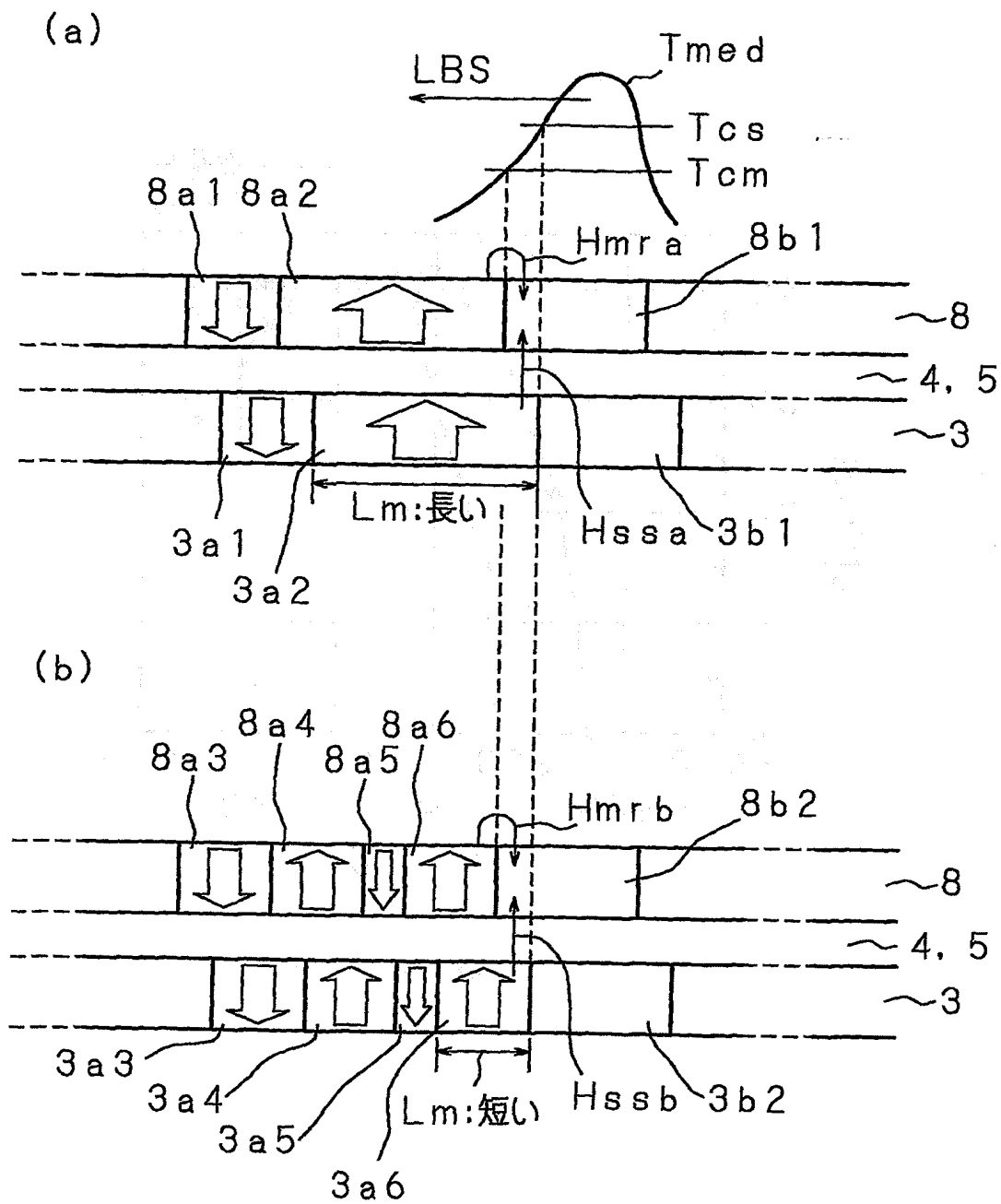
第 13 図

14/32



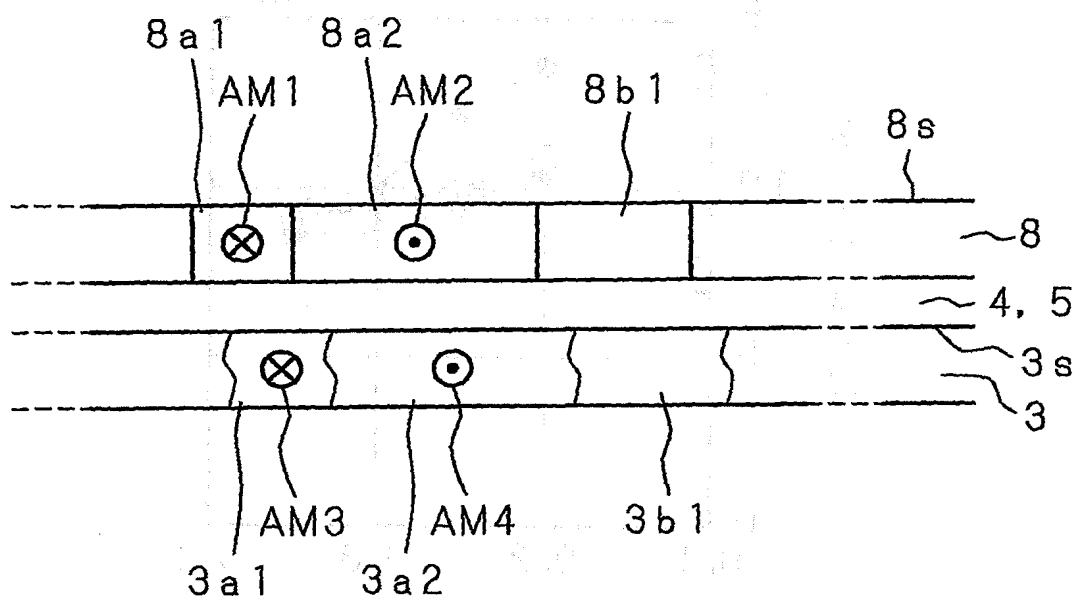
第 14 図

15/32



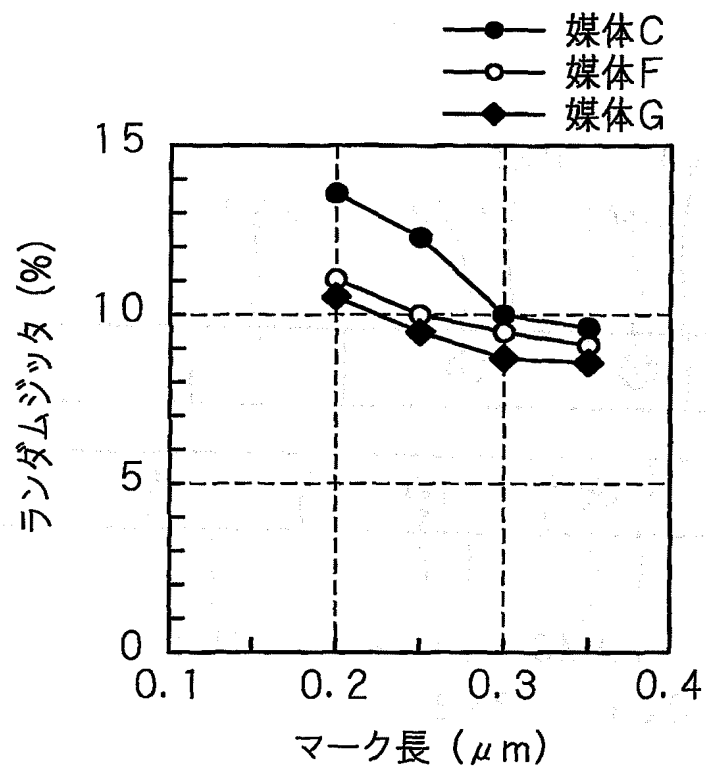
第 15 図

16/32



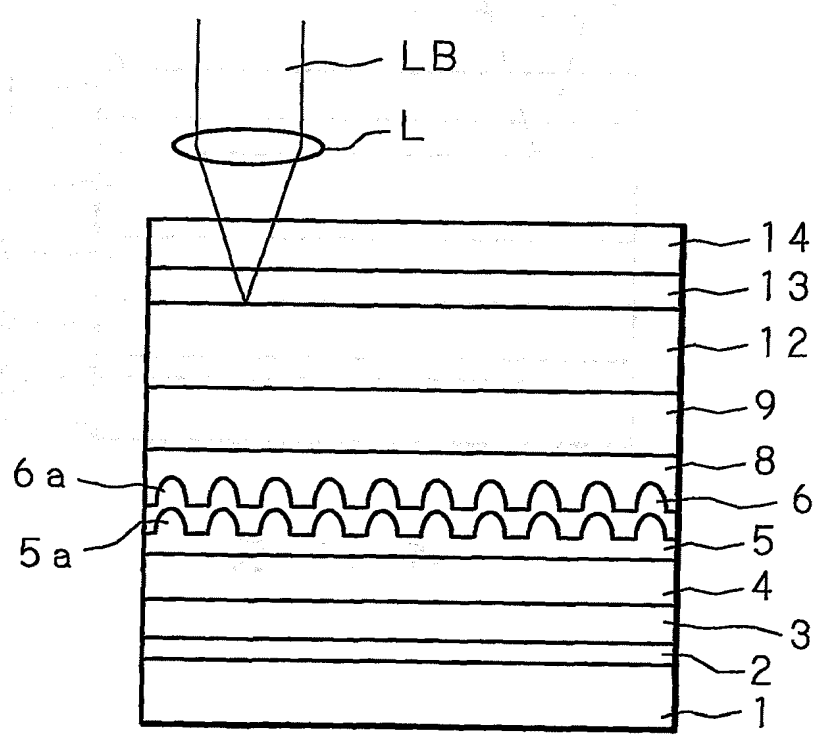
第 16 図

17/32



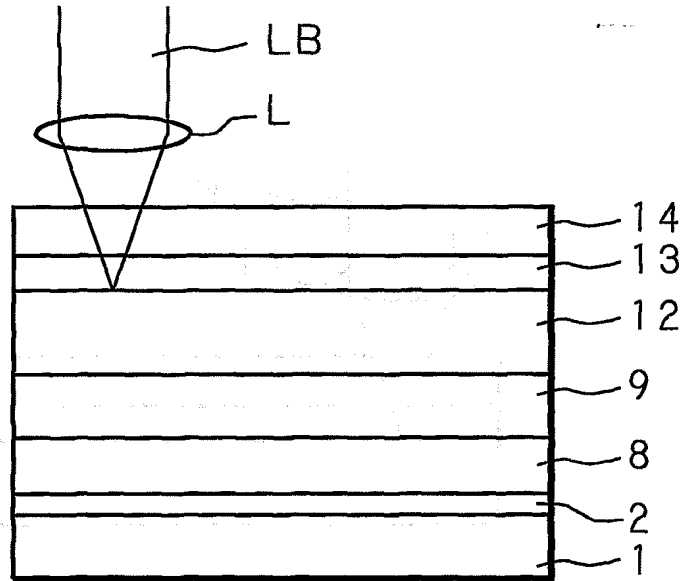
第 17 図

18/32



第 18 図

19/32



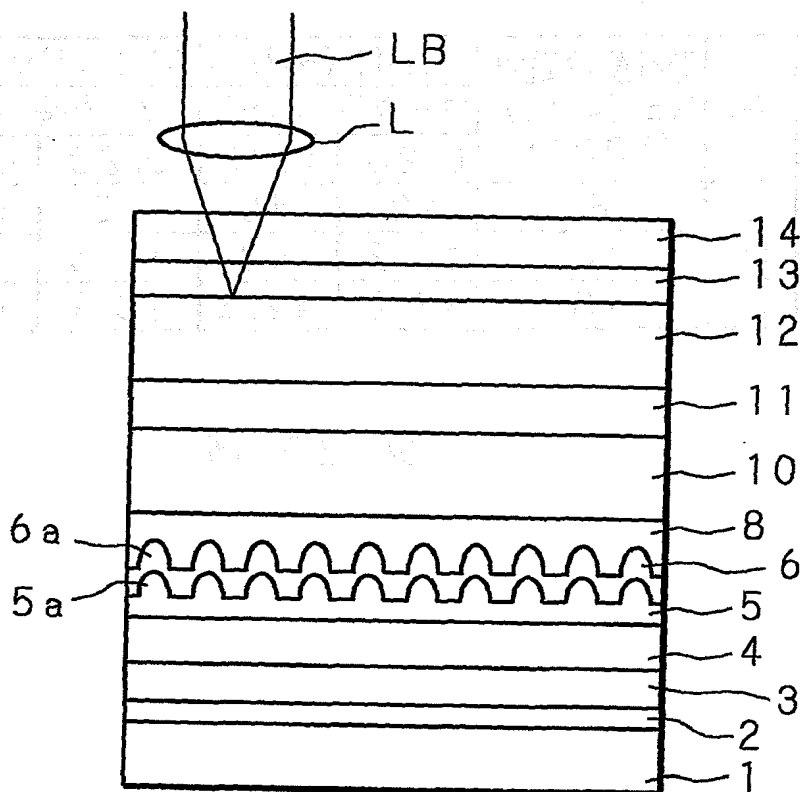
第 19 図

20/32

| 媒体 | 記録層保磁力 Hc (kOe) (100℃) | CNR (dB) | | ランダムジッタ (%) | |
|----|------------------------------|------------------------|------|------------------------|------|
| | | マーク長 (μm) | | マーク長 (μm) | |
| | | 0.20 | 0.15 | 0.20 | 0.15 |
| I | 8 | 43 | 40 | 13 | 14.3 |
| H | 10 | 43.2 | 42 | 11.5 | 11 |
| J | 10 | 43.2 | 42.3 | 10.9 | 10.3 |

第 20 図

21/32



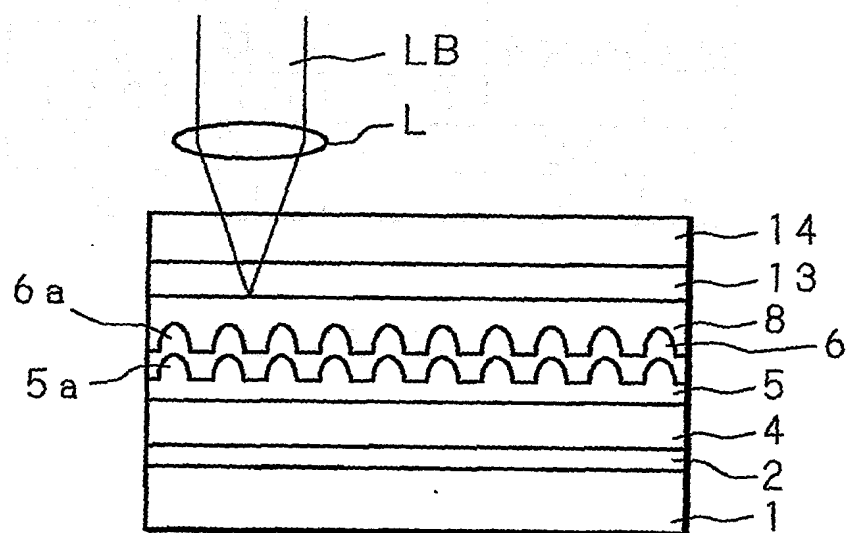
第 21 図

23/32

| 媒体 | 記録層保磁力 Hc (kOe) (100℃) | CNR (dB) | | ランダムジッタ (%) | |
|----|------------------------------|------------------------|------|------------------------|------|
| | | マーク長 (μm) | | マーク長 (μm) | |
| | | 0.12 | 0.10 | 0.15 | 0.10 |
| L | 8 | 42 | 41.5 | 13.5 | 14.5 |
| K | 10 | 42.1 | 41.8 | 11 | 11.8 |
| M | 10 | 42.5 | 42 | 10.3 | 11 |

第 23 図

24/32



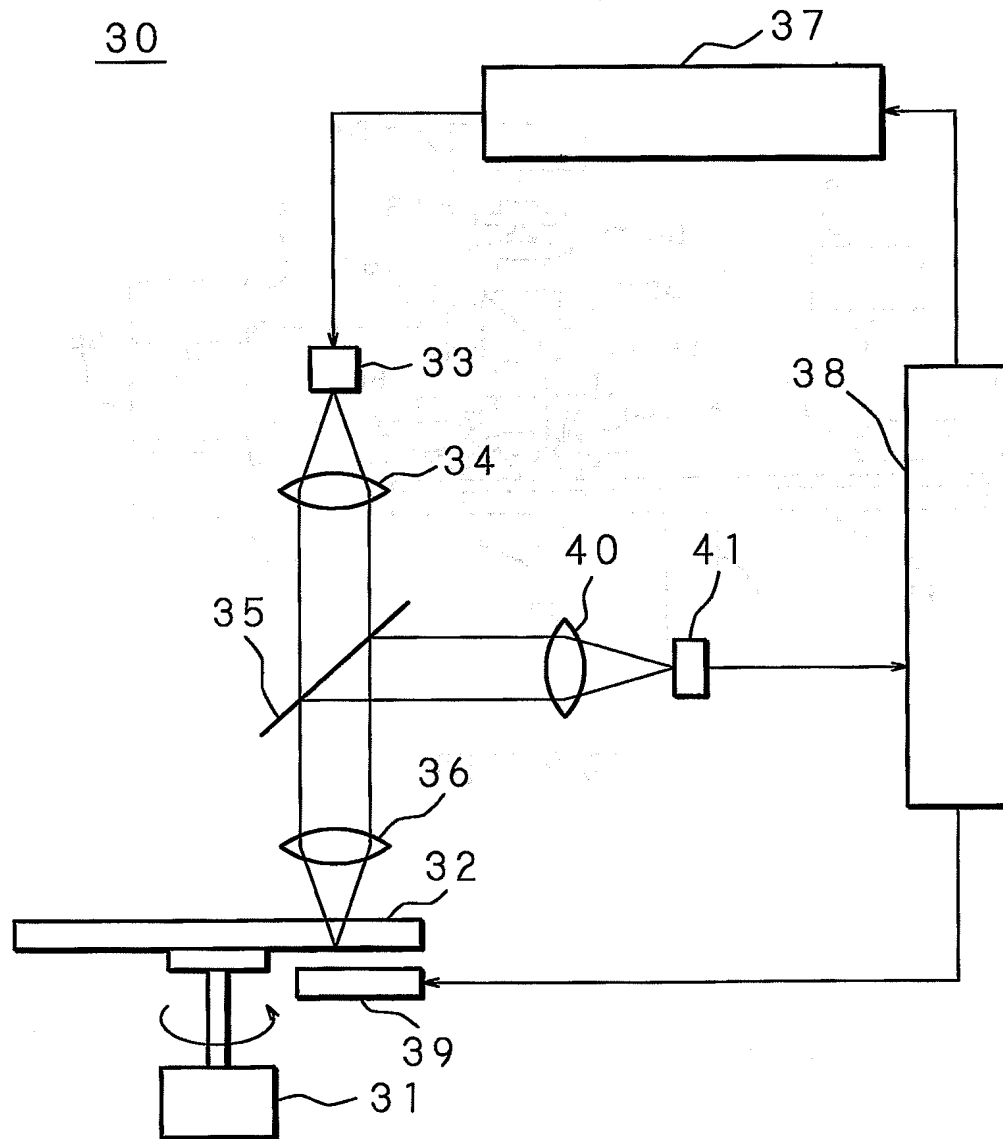
第 24 図

25/32

| 媒体 | 核形成層 | ランダムジッタ (%) | | |
|----|------|------------------------|------|------|
| | | マーク長 (μm) | | |
| | | 0.20 | 0.25 | 0.30 |
| N | あり | 10.7 | 10 | 10 |
| P | なし | 13 | 12 | 10.5 |

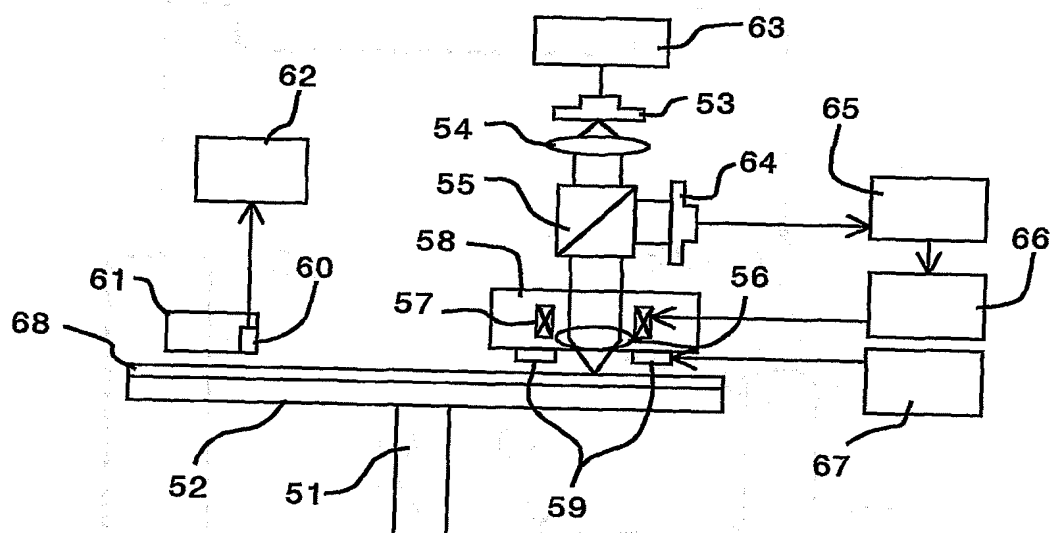
第 25 図

26/32



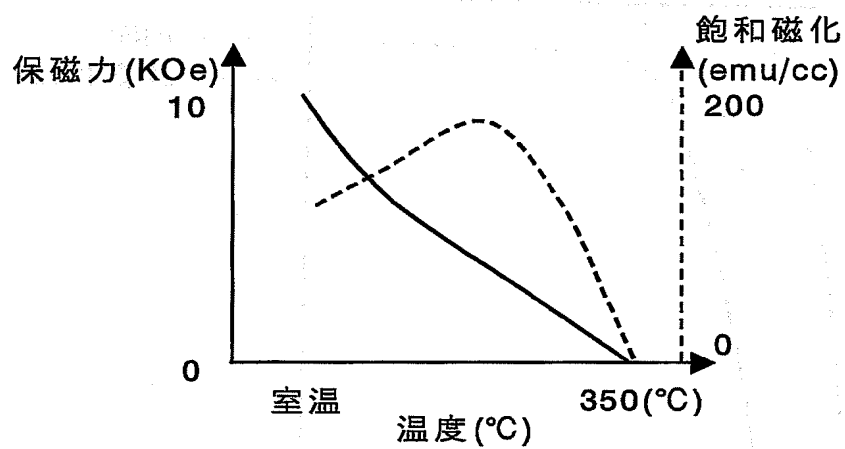
第 26 図

27 / 32



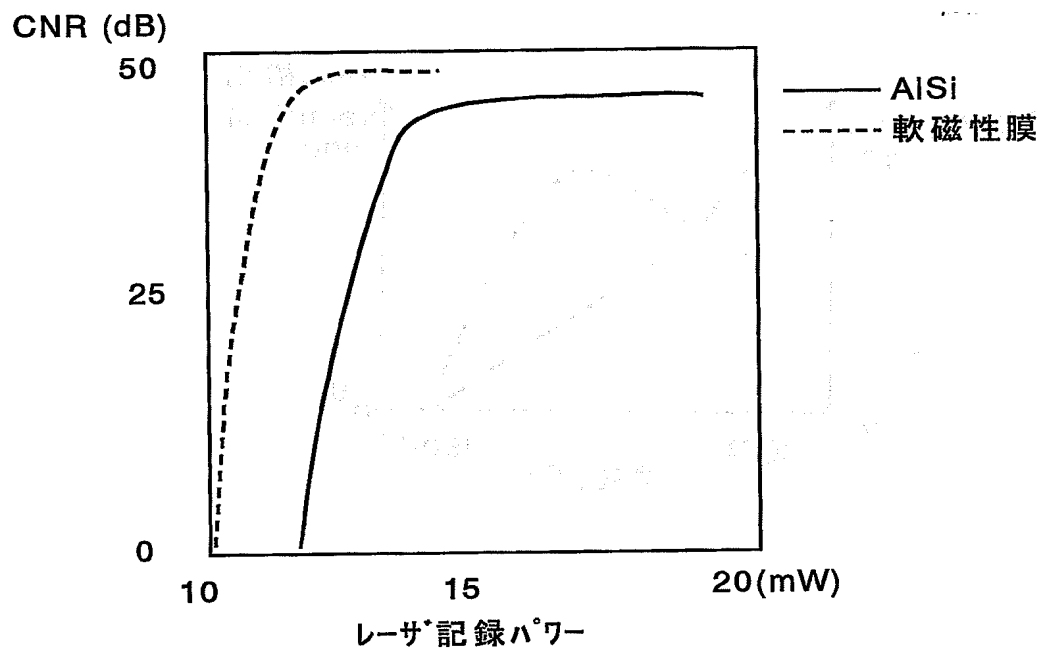
第 27 図

28 / 32



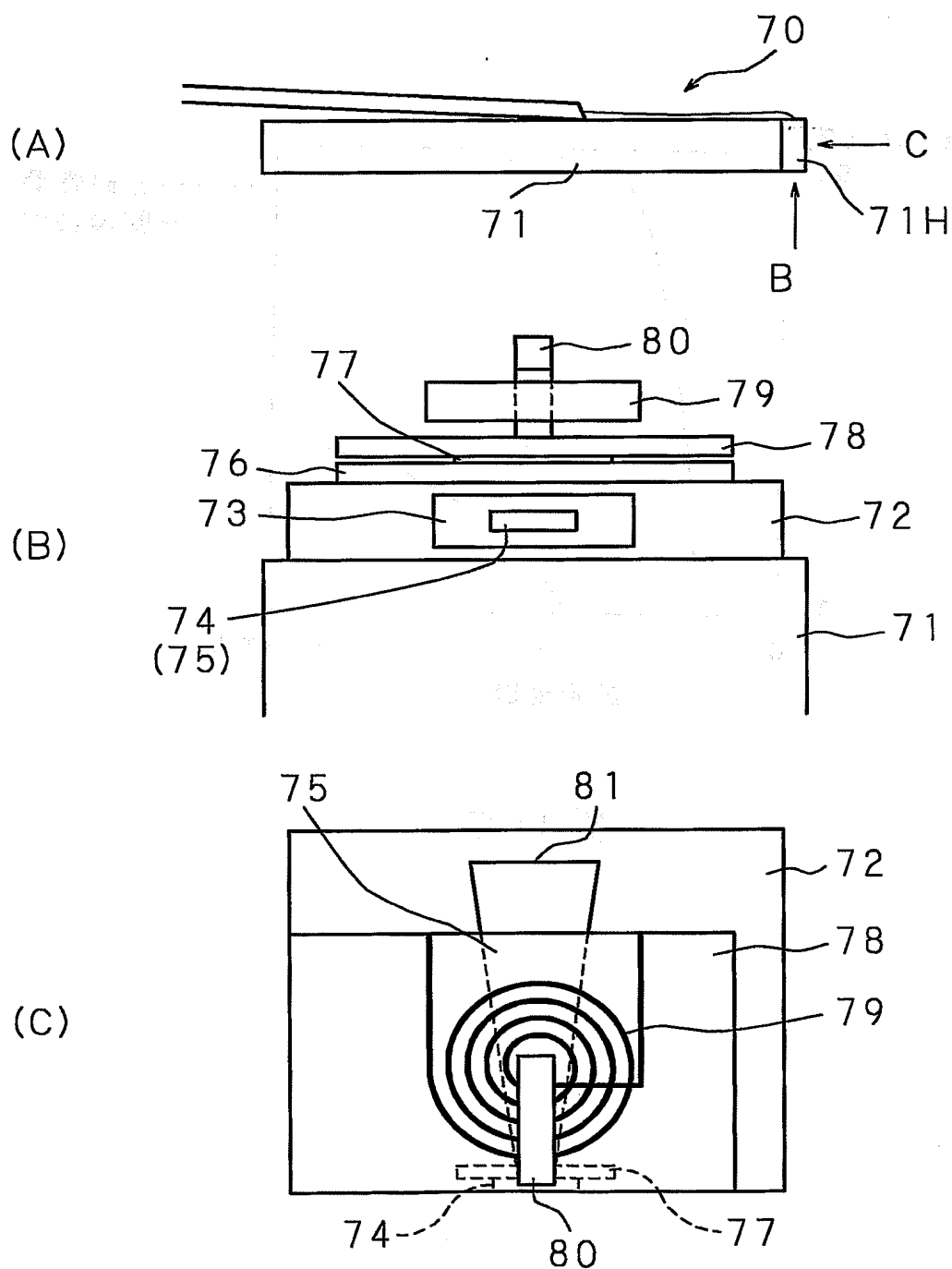
第 28 図

29 / 32



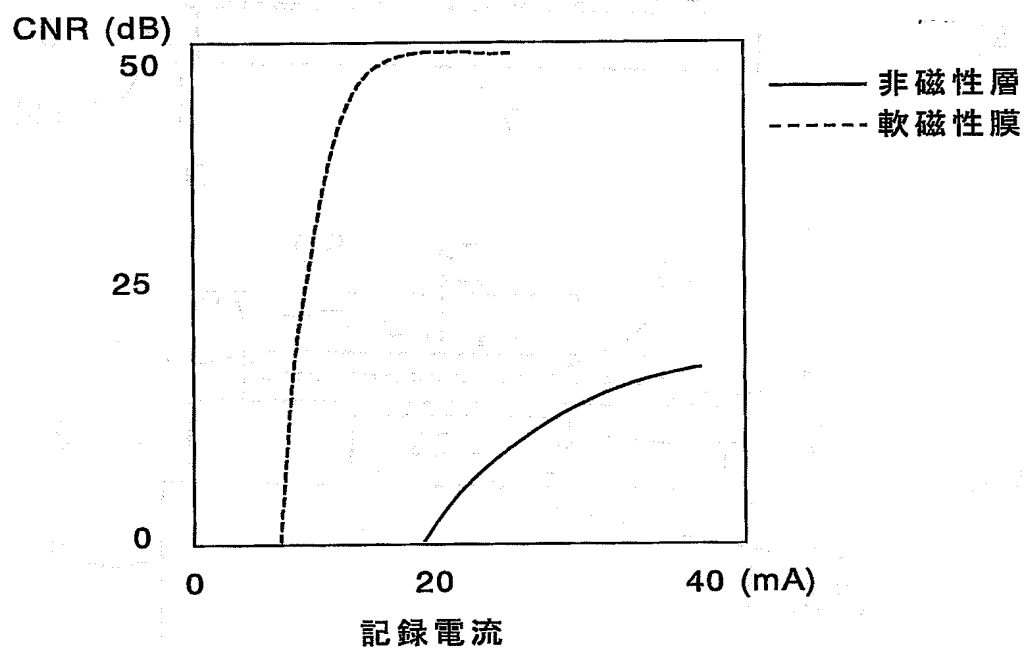
第29図

30/32



第 30 図

31 / 32



第31図

3 2 / 3 2

| サンプル | 下地層材料(膜厚 nm) | 記録電流 (mA) | CNR(dB) (ML=50nm) |
|------|-------------------------------------|--------------|----------------------|
| 30 | SiN (2nm) | 50 | 16 |
| 31 | SiN (2nm)/Cr(1nm) | 20 | 48 |
| 32 | SiN (2nm)/Ag(0.5nm) | 15 | 47 |
| 33 | RuO(2nm)/Ag(0.5nm) | 19 | 49 |
| 34 | RuO(2nm)/Ru(0.5nm) | 21 | 47 |
| 35 | RuO(2nm)/Tb(0.6nm) | 13 | 47 |
| 36 | SiO ₂ (2nm)/Ag(0.6nm) | 19 | 45 |
| 37 | SiO ₂ (2nm)/Tb(0.5nm) | 17 | 49 |
| 38 | SiO ₂ -Pt(2nm)/Ag(0.5nm) | 12 | 45 |
| 39 | SiO ₂ -Pd(2nm)/Ag(0.5nm) | 14 | 45 |
| 40 | SiO ₂ -Au(2nm)/Ag(0.5nm) | 12 | 46 |

第32図

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/05128

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G11B11/105, G11B7/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G11B11/105, G11B7/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2003 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2003 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2003 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|--|
| Y A | JP 2002-8271 A (NEC Corp.), 11 January, 2002 (11.01.02), Full text; all drawings (Family: none) | 1, 3, 5, 6, 8, 15-18 2, 4, 7, 9-14 |
| Y A | JP 2000-306271 A (Sony Corp.), 02 November, 2000 (02.11.00), Full text; all drawings (Family: none) | 1, 3, 5, 6, 8, 15-18 2, 4, 7, 9-14 |
| Y A | JP 10-320860 A (Sony Corp.), 04 December, 1998 (04.12.98), Full text; all drawings (Family: none) | 1, 3, 5, 6, 8, 15-18 2, 4, 7, 9-14 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

| | |
|---|--|
| * Special categories of cited documents: | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone |
| "E" earlier document but published on or after the international filing date | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means | |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | |

Date of the actual completion of the international search
25 July, 2003 (25.07.03)

Date of mailing of the international search report
12 August, 2003 (12.08.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/05128

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|--|
| Y A | JP 8-221827 A (Hitachi, Ltd.), 30 August, 1996 (30.08.96), Full text; all drawings (Family: none) | 1, 3, 5, 6, 8, 15-18 2, 4, 7, 9-14 |
| Y A | JP 5-250742 A (Kuraray Co., Ltd.), 28 September, 1993 (28.09.93), Full text; all drawings (Family: none) | 1, 3, 5, 6, 8, 15-18 2, 4, 7, 9-14 |
| Y A | JP 8-17080 A (Mitsubishi Chemical Corp.), 19 January, 1996 (19.01.96), Full text; all drawings (Family: none) | 1, 3, 5, 6, 8, 15-18 2, 4, 7, 9-14 |
| Y | JP 2002-56502 A (Hitachi Maxell, Ltd.), 22 February, 2002 (22.02.02), Full text; all drawings (Family: none) | 16-18 |
| A | JP 2002-74751 A (Sony Corp.), 15 March, 2002 (15.03.02), Full text; all drawings (Family: none) | 1-15 |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B11/105, G11B7/24

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B11/105, G11B7/24

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報 | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2003年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2003年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2003年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|--|
| Y A | JP 2002-8271 A (日本電気株式会社) 2002.01.11, 全文, 全図 (ファミリーなし) | 1, 3, 5, 6, 8, 15-18 2, 4, 7, 9-14 |
| Y A | JP 2000-306271 A (ソニー株式会社) 2000.11.02, 全文, 全図 (ファミリーなし) | 1, 3, 5, 6, 8, 15-18 2, 4, 7, 9-14 |
| Y | JP 10-320860 A (ソニー株式会社) 1998.12.04, 全文, 全図 (ファミリーなし) | 1, 3, 5, 6, 8, 15-18 |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25.07.03

国際調査報告の発送日

12.08.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

中野 浩昌



5D

9294

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

| C (続き) . 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------------|-----------------------------------|------------------|
| 引用文献の カテゴリ* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| A | | 2, 4, 7, 9-14 |
| Y | JP 8-221827 A (株式会社日立製作所) | 1, 3, 5, 6, 8, |
| A | 1996. 08. 30, 全文, 全図 (ファミリーなし) | 15-18 |
| | | 2, 4, 7, 9-14 |
| Y | JP 5-250742 A (株式会社クラレ) | 1, 3, 5, 6, 8, |
| A | 1993. 09. 28, 全文, 全図 (ファミリーなし) | 15-18 |
| | | 2, 4, 7, 9-14 |
| Y | JP 8-17080 A (三菱化学株式会社) | 1, 3, 5, 6, 8, |
| A | 1996. 01. 19, 全文, 全図 (ファミリーなし) | 15-18 |
| | | 2, 4, 7, 9-14 |
| Y | JP 2002-56502 A (日立マクセル株式会社) | 16-18 |
| | 2002. 02. 22, 全文, 全図 (ファミリーなし) | |
| A | JP 2002-74751 A (ソニー株式会社) | 1-15 |
| | 2002. 03. 15, 全文, 全図 (ファミリーなし) | |